24458

Velika vulkanska pukotina na Tarawerl na sjev. stoku Novog Seelanda. Duboki, vodom napunjeni krateri na mjestu nekdanjeg jezera Rotomahana; poslje erupcije 20 lipnja 1886.

MINERALOGIJA I GEOLOGIJA

ZA VIŠE RAZREDE SREDNJIH ŠKOLA

NAPISALI

DR. J. HOCHSTETTER I DR. A. BISCHING

A PRERADILI

DR. F. TOULA I DR. A. BISCHING

PREVEO

DR. M. KIŠPATIĆ

PETO IZDANJE

SA 231 SLIKOM, 4 TABLE, JEDNOM GEOLOŠKOM KARTOM U BOJAMA I JEDNOM NASLOVNOM SLIKOM

TISAK I NAKLADA KRALJEVSKE SVEUČILIŠNE KNJIŽARE FRANJE ŽUPANA

(ST. KUGLI), ZAGREB

SADRŽAJ.

I. dio. Mineralogija.

	Strana
Uvod	1
I. odsjek. Terminologija	3
A. Oblik ruda	3
a) Kristalografija	3
b) Oblik nakupina	33
c) Pseudomorfoze	34
d) Drugotni oblici	34
B. Mineralna fizika	35
C. Mineralna kemija	41
II. odsjek. Sistematika i fiziografija	44
I. red. Počela	45
1. razred. Nekovna počela	45
2. razred. Kovine	50
II. red. Sumporne rudače ili sulfidi	60
1. razred. Pakovine	60
2. razred. Sjajnici	63
3. razred. Blistavci	65
III. red. Oksidi	68
1. razred. Anhidridi	68
2. razred. Hidroksidi	74
IV. red. Haloidi	76
V. red. Kisikove soli	79
1. razred. Karbonati	79
2. razred. Sulfati	86
3. razred. Borati	88
4. razred. Nitrati	88
5. razred. Molibdati i volframati	88
6. razred. Fosfati	89
7. razred. Silikati	90
Dodatak. Organski spojevi	100

II. dio. Geologija.

Uvod	102
I. odsjek. Općenita geologija	104
A. Zemlja kao planet	104
B. Sastavni dijelovi zemlje	106
C. Dinamska geologija	115
1. Utjecanje vode	115
2. Utjecanje zraka kao vjetra	130
3. Utjecanje zemaljske unutrašnjosti na površje	132
4. Utjecanje živih stvorova	142
II. odsjek. Specijalna geologija	147
A. Petrografija ili nauka o kamenju	147
Opis najvažnijega kamenja	149
I. Eruptivno ili kristalinsko gromadno kamenje	149
II. Taložno kamenje	155
a) Kristalinsko taložno kamenje	155
b) Klastično taložno kamenje	157
c) Zoogeno taložno kamenje	159
d) Fitogeno taložno kamenje	161
B. Geotektonika ili nauka o položaju kamenja i sastavu gora	164
Položaj kamenja	164
Starost kamenja	167
Sastav gora	169
C. Stratigrafija ili opis naslaga i formacija	172
Prvo doba. Arhajska perioda ili pradoba zemlje	173
Drugo doba. Paleozojska perioda ili stari vijek zemlje	174
Treće doba. Mezozojska perioda ili srednji vijek	180
Četvrto doba. Kenozojska perioda ili srednji vijek	186
Peto doba. Antropozojska perioda ili sadašnjost	190
Diluvijalni sisavci	191

SLIKE.

Strana

Vulkanska pukotina na Taraweri na sjev. otoku Novog Selanda 1
Kukanac od ledaca olovnog sjajnika 33
Dijamantni rovovi kod Kimberley-a 47
Meteorno željezo od miesta Toluca u Mexiku 52
Visoka peć 53
Zlatna poljana u Kalifforniji . . 58
Tabla I. Leci snijega 66
Magnetni brijeg 69
Brušeni ahati 72
Kremene cjedine 75
Postojinska špilja 79
Vapnene cjedine 80
Kamenolomi mramora u Carrari 81
Kamenolomi kod Solnhofena . . 82
Otkapanje ociljevca 83
Malahit 85
Ponikve iz kraša kod Trsta . . . 117
Vapnene sige u Postojinskoj spilji 118
Grand Canon na Coloradu . . . 120
Zemljane piramide kod Segonzana 121
Vodopadi Niagare 122
Pećina kod St. Gervaisa 123
Učinci nabujalog Willenbacha kod Brunecka 124
Gorski odron na Arlbergu . . 125
Terasa uz Conecticut River u New Hampshire 126
Pećine, što ih je more iskidalo . 127
Prastara ploha abrazije 128
Ledenjak 129
Ledenjak na Spitzbergima . . . 130
Pećina, što ju je vjetar otkrio . 131
Šljunak, što ga je vjetar s pijeskom nabrusio 131
Pješčani brežuljci, što ih je vjetar napravio 131
Šematska slika vulkana . . . 133
Vulkanski kanal 134
Vezuv 134

Strana

Provala Vezuva u svibnju 1855. 135
Provala »Grand-Geisir-a« . . . 136
Šematski prorez Gejzira na Islandu 138
Terasa kremene cjedine na Rotomahani 139
Potresna pukotina kod Midori-a 140
Obalne terase otoka Lekö . . 141
Površina živoga australskoga grebena za oseke 144
Visoki otok sa nasipnim grebenima 145
Atol u Južnom moru 145
Granit u Češkoj Šumavi . . . 151
Stubasti bazalt na sjevernoj obali Irske 154
Gnajs u češkom Rudogorju . . 155
Usječen put u kineskom praporu 158
Usječen put u praporu kod Vukovara 159
Otkapanje guana 160
Kopanje mrkog ugljena 162
Provirujuće žice od lave iz ispranog pršinca na Etni . . . 166
Idealni prorez tvrde zemaljske kore 167
Poprečni prorez kroz Vogeze i Schwarzwald 171
Tabla II. Paleozojske okamenine 177
Pećine pješčenika kod Adersbacha u Češkoj 179
Profil kroz Kuna-goru u Zagorju 180
Tabla III. Mezozojske okamenine 182
Ichtyosaurus i Plesiosaurus . . 183
Pterodactylus 184
Archaeopteryx 185
Eocen i neogen kod Radoboja . 186
Mastodon 188
Dinotherium 188
Tabla IV. Tercijarne okamenine 189
Zabludjeli granitni kamen . . . 190
Mamut 191
Gorostasni jelen 192

I. DIO.

MINERALOGIJA.

UVOD.

Rude su anorganske krute, rijetko kad tekuće prirodnine, koje su u svojoj nutarnjosti istovrsne (homogene), pa koje nijesu postale ni životnim radom organskih stvorova, niti čovječjom voljom.

Mineralogija[1]) ili rudstvo je ona grana prirodopisa, koja se bavi znanstvenim poznavanjem ruda.

Uzgredice se uzimlju u mineralogiju još neke prirodnine, koje su, postavši od organskih stvorova, više ili manje izgubile svoju organsku narav, kao n. pr. ugljen, petrolej, smola itd.

Svi oni bilinski i životinjski ostanci, koji se nalaze sačuvani u zemlji, zovu se okamenine, fosili[2]) ili petrefakti[3]). Nauka, koja se bavi okameninama, zove se paleontologija.[4])

Kamenjem se nazivlju one rude ili one rudne smjese, koje tvore bitni sastavni dio naše zemlje. Kamenjem se bavi petrografija.[5]) Petrografija i paleontologija samo su dijelovi posebne nauke, koja se bavi postankom i sastavom zemlje, a zove se geologija.[6])

Kad je ruda najsavršenije razvijena, onda se ona pojavljuje u obliku, koji se nazivlje lećem ili kristalom.[7]) Takovo tijelo ima od iskona pravilno obličje, koje je omeđeno sad više sad manje ravnim plohama, pa gdje su i najglavnija fizikalna svojstva (kalavost, tvrdoća, optička, munjevna, magnetička itd. svojstva) u potpunom skladu s oblikom.

Samo su uleđene rude potpuno individualizovane, one su individuumi u rudstvu.

Lečani oblik pojedinih individua rijetko je kada potpuno razvijen Individuumi se obično u velikom broju na okupu i na gusto razvijaju.

---

[1]) novolat. mina, rudnik; gr. lógos, govor, znanstveno istraživanje, znanost. [2]) lat. fossa, jama. [3]) pétra, kamen; lat. facio, pravim. [4]) gr. palaiós, stari; on, biće. [5]) gr. grápho, pišem, opisujem. [6]) gr. ge, zemlja. [7]) gr. krystallos, led, kremen prozirac.

pa u takvim se slučajevima dakako njihov lečani oblik ili samo dielomice ili nikako ne razvije. Pojedini individuumi su onda opkoljeni posve nepravilnim i slučajnim, kontaktnim[1]) plohama, koje ne stoje ni u kakvu snošaju s oblikom leca, ali zato još uvijek nutarnji sklad fizikalnih svojstava odaje njihovu lečanu jedinstvenost.

Rude, koje sastoje od takovih složenih čestica, zovu se kristalinske nakupine. Ako se u nakupini pojedini individuumi lako raspoznaju, onda je zovemo makromorfnom[2]); ako su čestice sitne, onda je nakupina mikromorfna[3]) ili kriptomorfna.[4]) Ruda kriptomorfna zove se još i gusta.

Rude i rudne nakupine, koje nemaju izražena oblika i jasna sastava, zovu se u opće gromadaste. Za sitnije rude, koje se nalaze uklopljene u drugoj kojoj rudi, velimo, da su uprskane.

Bezlike ili amorfne[5]) rude (opal, opsidian) su one, kod kojih ne pokazuju molekili nikakva pravilna poredaja, te prema tomu nemaju niti pravilna oblika, pa im radi toga manjka onaj sklad između fizikalnih svojstava i oblika, koji je tako značajan za uređene rude.

[1]) lat. contactus, dodir. [2]) gr. makros, velik; morphe, oblik. [3]) gr. mikros, malen. [4]) kryptos, skriven. [5]) gr. a = ne.

I. ODSJEK.

TERMINOLOGIJA.[1])

A) OBLIK RUDA.

a) Kristalografija.

Kristalografija je nauka o obliku ledaca. Da se uzmogne jasno shvatiti i razložiti pravilnost lečanih oblika, to nam valja za sada s vida pustiti sve one nepravilnosti, koje se u prirodi na lecima pojavljuju, pa predočiti lece u njihovoj najvećoj savršenosti i pravilnosti.

Na veličinu se leca ne uzimlje u kristalografiji nikakav obzir, jer svaki pojedinac može sad veći sad manji narasti. U kristalografiji imade važnost samo snošaj, što ga plohe svojim međusobnim položajem tvore. Ako su plohe paralelno svomu položaju pomaknute, to nije onda bitnost leca ni najmanje promijenjena.

Na najvećem će se dijelu ledaca naći, da svakoj plohi odgovara druga usporedna ploha (zakon o usporednosti ploha).

Pri istraživanju ledaca najvažnije je, da se odrede kutovi, što ih tvore plohe u međusobnom nagnuću (plosni kutovi), a ti se najlaglje nađu ondje, gdje plohe tvore bridove (»bridni kutovi«).

Sprava, kojom se mjeri kut nagnuća dviju lečanih ploha, zove se kutomjer, goniometar.[2])

Ako su sve lečane plohe jednake (ili istoimene), onda se takav oblik zove jednovit. Ako su plohe na lecu raznolične (ili raznoimene), onda je to složeni oblik ili lečana kombinacija.[3])

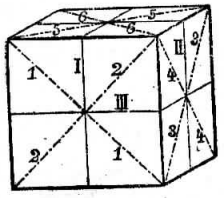
Poredaj ploha je uvijek stalan. Ako zamislimo jednu ravninu, koja ide kroz sredinu leca, pa ako su plohe s jedne i druge strane te ravnine posve jednolično poređane, onda se takva ravnina zove ravninom simetrije. U spoznaji simetrijskih snošaja imamo najbolje sredstvo za određivanje ledaca.

[1]) lat. terminus, granica; novolat. riječ, naziv. [2]) gonia, kut; metron, sprava za mjerenje. [3]) lat. combino, slažem.

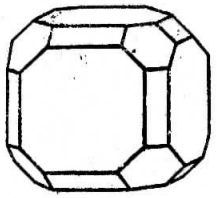
S obzirom na ravnine simetrije dadu se svi leci razvrstati na ovih šest lečanih sustava ili sistema:

1. Teseralni[1]) sustav. Leci ovoga sustava imadu najprije tri jednake glavne ravnine simetrije (I, II, III, sl. 1.), koje stoje medu sobom okomito, te prolazeći kroz središte leca teku usporedno s plohama kocke. S obzirom na ove tri simetrije prikazuju nam se teseralni oblici jednaki desno i lijevo, sprijeda i otraga, pa i gore i dolje. (Sl. 2.) Osim toga možemo ovdje kroz središte položiti još šest drugih ravnina simetrije; te ravnine prolaze kroz dva i dva suprotna brida kocke i raspolovljuju prave kutove glavnih ravnina simetrije (1—6, sl. 1.). Prema tomu imadu leci teseralnoga sustava u svemu devet (3+6) ravnina simetrije.

Sl. 1.

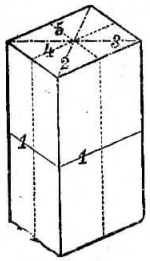


Sl. 2.

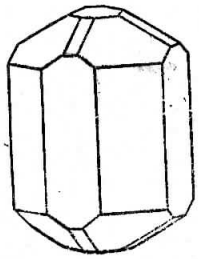


2. Tetragonski[2]) sustav. Leci ovoga sustava imadu pet ravnina simetrije (sl. 3.); jedna od njih je horizontalna (1), dok ostale četiri stoje na njoj okomito, te se sijeku pod kutom od 45°, a uz to su dvije i dvije jednake (2 i 3, te 4 i 5, sl. 3. i 5.).

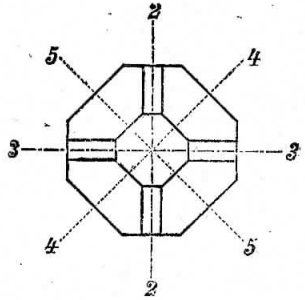
Sl. 3.



Sl. 4.



Sl. 5.



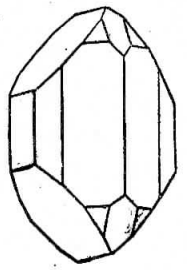
Kod ovih oblika je prednja strana jednaka stražnjoj, jednaka desnoj i lijevoj, a gornja je opet jednaka donjoj (leci pršljenaste gradnje, sl. 4.).

3. Rompski sustav ima tri ravnine simetrije; one su medu sobom okomite, ali su sve tri različite. Jedna od tih ravnina ide okomito od sprijeda natrag, druga isto tako od desna na lijevo, dok je treća horizontalna (sl. 7.). Kod ovih oblika je desna strana jednaka lijevoj, prednja je jednaka stražnjoj, a gornja strana donjoj (sl. 6.).

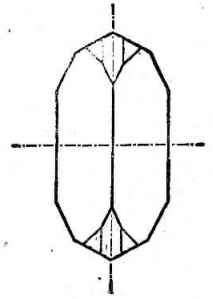
[1]) lat. tessera, kocka. [2]) gr. tetra, četiri.

4 Monoklinski[1]) ili monosimetrijski sustav. Leci ovoga sustava imadu samo jednu ravninu simetrije, koja ide okomito od sprijeda natrag. Kod ovih oblika je desna strana jednaka lijevoj, dok je prednja različita od stražnje kao što i gornja od donje. Ta je simetrija uzrokom, što ovdje imamo oblike, koji se sad jasnije sad slabije uzdižu od prednje strane prama stražnjoj (sl. 8. i 9.).

Sl. 6

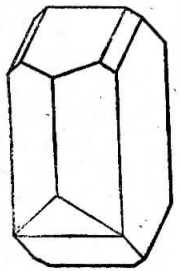


Sl. 7.

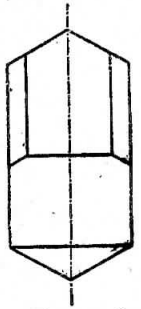


5 Triklinski[2]) ili asimetrijski[3]) sustav nema nikakve ravnine simetrije. Ovi oblici su nagnuti od sprijeda natrag, te od desna na lijevo (sl. 10 i 11.).

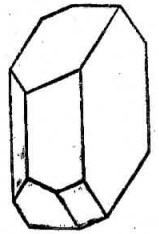
Sl. 8.



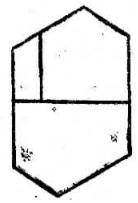
Sl. 9.



Sl. 10.

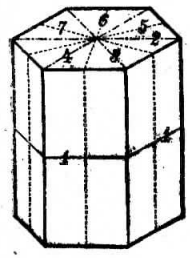


Sl. 11.

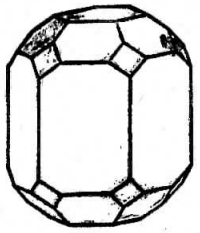


6. Heksagonski sustav. Leci ovoga sustava imadu sedam ravnina simetrije. Jedna ravnina simetrije je horizontalna (sl. 12., 1), a tri i tri stoje na njoj okomito i sijeku se pod kutom od 30° (2, 3 i 4, te 5, 6 i 7 u sl. 12. i 14.). (Leci pršljenaste gradnje, sl. 13.).

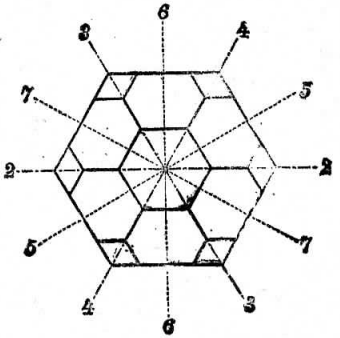
Sl. 12.



Sl. 13.



Sl. 14.



[1]) gr. monos, jedini; gr. klino, nagibljem. [2]) gr. treis, tria, tri. [3]) nesimetrijski.

Da se položaj ploha točno geometrijski odredi, to ih valja svesti na koordinantni sustav ili osni sustav, koji svojim položajem odgovara simetriji leca, te prolazi kroz njegovo središte. Jedna os se postavi okomito i zove se glavna os. Prvih pet sustava svodi se na tri, a heksagonski sustav na četiri osi.

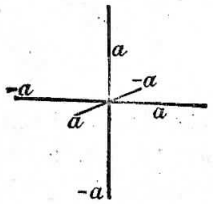
Položaj plohe točno je označen, ako znamo, u kojoj udaljenosti ona pojedine osi od središta osnog sustava sijeće. Takav odsjek na osi zove se parametrom.[1])

Svi oblici, koji se pojavljuju na jednoj i istoj uledenoj rudi (svi ti oblici zovu se lečanim nizom), svode se na jedan oblik, pri kom parametri tvore najjednostavniji snošaj. Takav se oblik zove onda temelinim oblikom, od koga se onda svi ostali oblici istoga niza izvode.

Osni odsječci ili parametri izvedenih oblika stoje prama istoimenim parametrima temeljnoga oblika uvijek u jednostavnom racionalnom snošaju. Zakon taj o racionalnom snošaju parametara najvažniji je temeljni zakon kristalografije.

Osni odsječci temeljnoga oblika mogu pako medu sobom stojati u racionalnom ili iracionalnom snošaju. Ti odsječci temeljnoga oblika uzimaju se kao jedinične mjere za izvedene oblike.

Sl. 15.

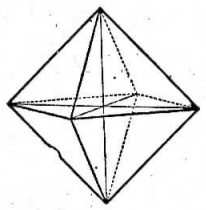


Ako su na lecu sve one plohe razvite, što ih zahtijeva simetrija kojega sustava, onda se takovi leci zovu holoedrijski[2]) ili potpuni.

U kombinaciju ili složaj spajaju se samo oblici jednog istog sustava, odnosno oblici jednog istog lečanoga niza i to uvijek samo uz usporedni položaj osi.

1. **Teseralni sustav.** Svi leci teseralnoga sustava mogu se svesti na tri jednako duge i okomite osi (sl. 15.). U pravilnom položaju stoji jedna os ispravno (glavna os), druga poprijeko (poprečna os), a treća po duljini (uzdužna os).

Sl. 16.



Kako su ovdje sve tri osi jednake, to može svaka od njih biti glavna os, pa izabrali mi ma koju os kao glavnu, ostaje lice leca uvijek isto.

Potpunih ili holoedrijskih oblika teseralnoga sustava imade sedam, i to su evo ovi:

1. Oktaedar ili osmerac (slika 16.).

Svaka ploha oktaedra siječe sve tri osi u jednakoj udaljenosti od središta, pa joj se parametri snose kao 1 : 1 : 1. Oktaedar se radi toga uzima kao temeljni

[1]) pará, pokraj, proti; mètron, mjera [2]) gr. hólos, potpun; gr. édron, ploha.

oblik teseralnog sustava. Za oznaku ili simbol[1]) oktaedra uzima se veliko slovo O.

Oktaedar ima 8 istostranih trokuta, 6 jednakih uglova i 12 jednakih bridova. Bridni kut iznosi 109° 28'.

Oktaedar se pojavljuje često na magnetitu.

2. Rompski dodekaedar[2]) (sl. 17.).

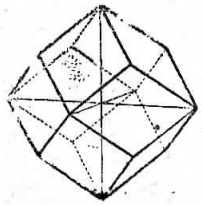
Parametri mu se snose kao 1 : 1 : ∞ t. j. svaka ploha reže dvije osi u jednakoj udaljenosti kao i oktaedar, dok treću os reže u neizmjernoj odaljenosti, te je s tom osju paralelna.

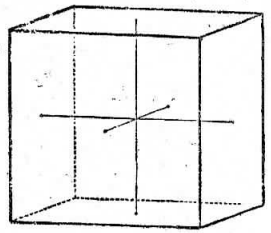
Oznaka za romski dodekaedar je ∞ O t. j. dva parametra su mu kao i kod O, dok je treći ∞.

On ima 12 jednakih rombusa, 8 troplošnih i 6 četveroplošnih uglova, te 24 jednaka brida. Bridni kut iznosi 120°.

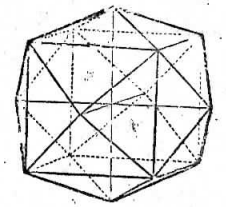
Rompski dodekaedar zovu još i granatoedrom, jer se u njem granat ledi.

Sl. 17





Sl. 19.



3. Heksaedar, kocka (sl. 18.). Svaka ploha reže jednu os u udaljenosti = 1, a s ostale dvije ide usporedno, te je prema tomu parametrijski snošaj 1 : ∞ : ∞, a znak leca ∞ O ∞.

Heksaedar ima 6 jednakih četvorina, 8 uglova i 12 jednakih bridova. Bridni kut iznosi 90°.

U heksaedrima se ledi fluorit i olovni sjajnik.

4. Tetrakisheksaedar[3]) (sl. 19.).

Svaka ploha reže sve tri osi u omjeru ∞ : 1 : n, pri čemu je n po spomenutom zakonu o racionalnom snošaju parametara (v. str. 6.) racionalan broj i veći nego 1, na pr. 3/2, 2, 3. Oznaka za ovaj lik jest ∞ On.

Tetrakisheksaedar ima 24 istokračna trokuta, 8 šestoplošnih uglova s nejednakim bridovima i 6 četveroplošnih uglova s jednakim bridovima. Od bridova je 12 iste duljine kao i u heksaedra, dok ostala 24 brida leže sve po četiri povrh ploha upisana heksaedra.

[1]) gr. sýmbolon, znak. [2]) gr. dódeka, dvanaest. [3]) tetrakis, četiri puta.

Tetrakisheksaedri ne moraju biti svi jednaki, jer n može imati različnu vrijednost. On može prijeći jedan put u romski dodekaedar, ako mu postane n=1, a drugi put u heksaedar, ako mu postane n= ∞.

5. Triakisoktaedar[1]) (sl. 20.). Svaka ploha reže tri osi u omjeru m : 1 : 1; oznaka mu je mO. Različne njegove vrste prelaze u oktaedar, ako im je m=1, a u rompski dodekaedar, ako im je m= ∞.

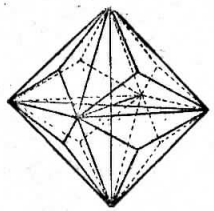
Triakisoktaedar ima 24 istokračna trokuta, 8 troplošnih istobridnih i 6 osmoplošnih raznobridnih uglovâ, te 36 dvovrsnih bridova. Od bridova imade njih 12 isti položaj kao i na oktaedru, a ostala 24 leže sve po tri povrh ploha upisana oktaedra.

6. Ikozitetraedar[2]) (sl. 21.). Parametri mu se snose kao m : 1 : m, a označuje se sa mOm. Njegove vrste tvore prijelaze u oktaedar i heksaedar.

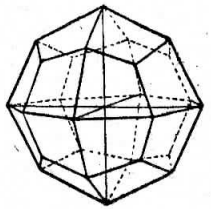
Ikozitetraedar ima 24 deltoida, 8 troplošnih istobridnih i 12 četveroplošnih raznobridnih uglova i 48 bridova od dvije različne veličine.

Na granatu pojavljuje se ikozitetraedar 202 sam za sebe ili u kombinaciji s rompskim dodekaedrom (sl. 47.).

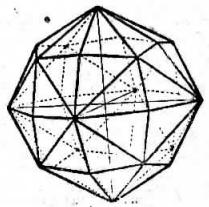
Sl. 20.



Sl. 21.



Sl. 22.



7. Heksakisoktaedar[3]) (sl. 22.). Parametri mu se snose kao m : 1 : n, a označuje se simbolom mOn. Lik ovaj može prelaziti u sve ostale teseralne likove.

Heksakisoktaedar ima 48 raznostranih trokuta, 26 trovrsnih uglova i 72 trovrsna brida.

Drugi teseralni oblici nijesu mogući.

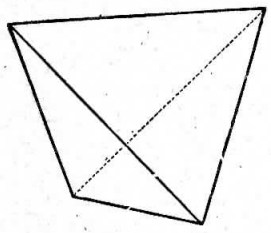
Oktaedar, rompski dodekaedar i heksaedar su stalni oblici, jer imadu stalne parametre, dok svaki drugi oblik teseralnoga sustava može imati parametre razne vrijednosti, pa za to može od svakog takvoga oblika biti više vrsti (na pr. ∞O2, ∞O3 itd.).

[1]) gr. triakis, tri puta. [2]) gr. eikosi, dvadeset: tetra, četiri. [3]) gr. hexakis, šest puta.

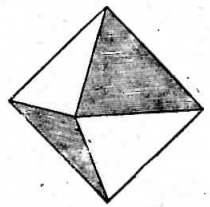
Ako se kod potpunih teseralnih likova u pravilnom poredaju polovica ploha tako poveća, da druga polovica iščezne, to dobivamo onda polulike ili hemiedrijske[1]) oblike. Izvadanje ovakovih likova zove se rastavljanje.

Potpuni likovi dadu se na dvije polovice rastaviti. Obje te polovice geometrijski su jednake, samo se razlikuju položajem svojih ploha. Obzirom na parametarske snošaje jednake su potpunim likovima.

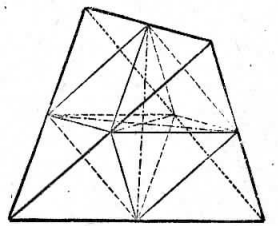
Sl. 24.



Sl. 23.



Sl. 25.

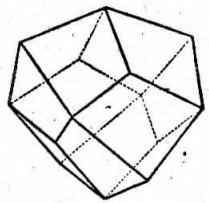


a) Tetraedrijski polulici nemaju paralelnih ploha, a postaju tako, da se na potpunim likovima povećaju plohe od izmjeničnih oktanta. Na taj način dade se rastaviti oktaedar, triakisaktaedar, ikozitetraedar i heksakisoktaedar.

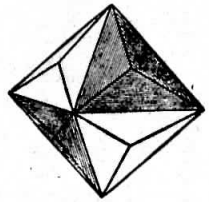
Oktaedar O (slika 23.) raspada na dva tetraedra $\frac{O}{2}$ i $-\frac{O}{2}$ (sl. 24. i 25.). Tetraedar ima 4 jednaka istostrana trokuta, 4 jednaka ugla i 6 jednakih bridova. Bridni kut iznosi 70° 32'.

U tetraedrima se ledi sinjavac i boracit.

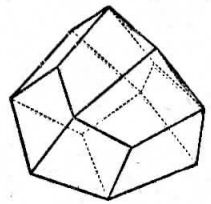
Sl. 27.



Sl. 26.



Sl. 28.



Triakisoktaedar mO (sl. 26.) raspada se na dva deltoidska dodekaedra $\frac{mO}{2}$ $-\frac{mO}{2}$ (sl. 27. i 28.).

Deltoidski dodekaedar ima 12 deltoida, 8 troplošnih, istobridnih i 6 četveroplošnih, raznobridnih uglova, te 24 brida od dvije vrste.

Na sinjavcu se nalazi vrsta $\frac{^1/_2O}{2}$.

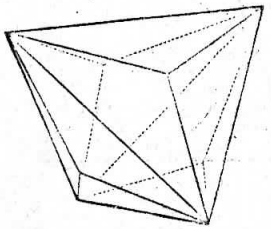
[1]) gr. hemi, pol.

Ikozitetraedar mOm (sl. 29.) dade se rastaviti na dva trigonska dodekaedra $\frac{mOm}{2}$ i $-\frac{mOm}{2}$ (sl. 30. i 31.).

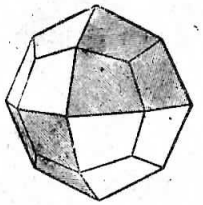
Trigonski dodekaedar ima 12 istokračnih trokuta, 4 troplošna istobridna i 4 šestoplošna raznobridna ugla, 4 brida u položaju tetraedrovih bridova, te 12 bridova, od kojih sve tri i tri stoje nad plohama upisana tetraedra.

Na sinjavcu se pojavljuje oblik $\frac{2O2}{2}$.

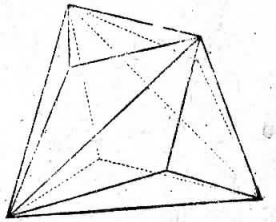
Sl. 30



Sl. 29.



Sl. 31

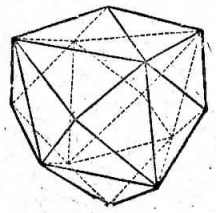


Heksakisoktaedar mOn (sl. 32.) raspada se na dva heksakistetraedra $\frac{mOn}{-}$ i $-\frac{mOn}{2}$ (sl. 33. i 34.).

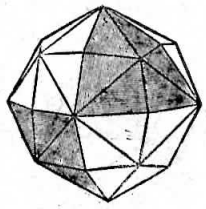
Ovi polulici imadu 24 raznostrana trokuta, 14 uglova i 36 bridova.

$\frac{3O^{3}/_{2}}{2}$ vidi se na sinjavcu, a $\frac{5O^{5}/_{3}}{2}$ na boracitu.

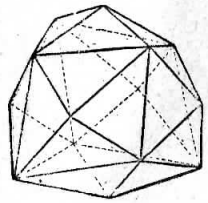
Sl. 33.



Sl. 32.



Sl. 34.



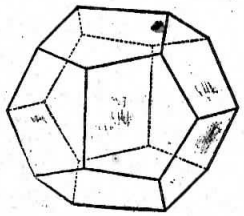
b) Piritoedrijski polulici ili polulici s paralelnim plohama postaju od tetrakisheksaedra i heksakisoktaedra. Ako se na tetrakisheksaedru ∞ On (sl. 35.) izmjenične plohe dotle povećaju, dok se ne sastanu, onda ćemo dobiti dva pentagonska[1]) dodekaedra $\frac{\infty On}{2}$ i $-\frac{\infty On}{2}$ (sl. 36. i 37.) Pentagonski dodekaedar ima 12 simetrijskih peterokuta, 8 troplošnih istobridnih i 12 troplošnih raznobridnih

[1]) gr. pente, pet.

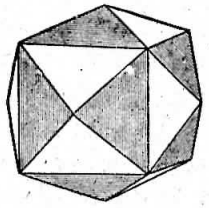
uglova, te 30 dvovrsnih bridova. Peterokuti su simetrijski višekuti sa 4 jednake stranice; peta stranica je veća ili manja i leži u smjeru heksaedrovih bridova.

$\frac{\infty O2}{2}$ se vrlo često pojavljuje na piritu.

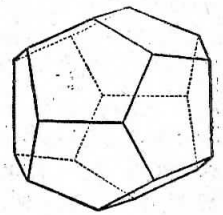
Sl. 36.



Sl. 35.



Sl. 37.



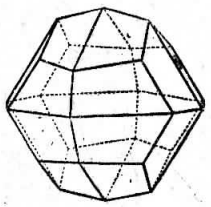
Ako se heksakisoktaedru (sl. 38.) povećaju oni izmjenični parovi ploha, koji odgovaraju plohama tetrakisheksaedra, onda postaju dva diakisdodekaedra[1]) $\left[\frac{mOn}{2}\right]$ i $-\left[\frac{mOn}{2}\right]$ (sl. 39. i 40.).

Ovi polulici imadu 24 trapezoida (rjeđe trapeza), 26 uglova i 48 bridova. Trapezoidi imadu dvije jednake strane, koje se sastaju u troplošnim istobridnim uglovima. Znakovi se ovih likova stavljaju u uglaste zaporke za razliku od tetraedrijske hemiedrije heksakistetraedra.

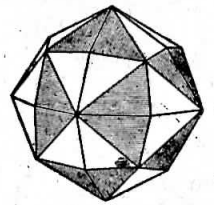
$\left[\frac{4O^{3}/_{2}}{2}\right]$, $\left[\frac{4O2}{2}\right]$ i $\left[\frac{5O^{5}/_{3}}{2}\right]$ pojavljuje se na piritu i kobaltinu.

Svi ostali teseralni oblici ostaju uz jedno i drugo rastavljanje nepromijenjeni.

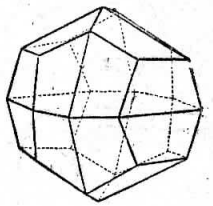
Sl. 39.



Sl. 38.



Sl. 40.



Kombinacije ili složaji sastoje od dva, tri ili više jednostavnih likova istoga sustava i istoga (holoedrijskog ili hemiedrijskog) značaja s usporednim položajem osna im sustava. Složeni oblik je individuum, koji

[1]) gr. dyakis, dva puta.

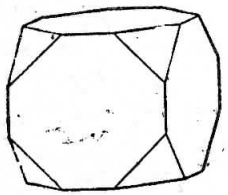
ima raznovrsne plohe. **Složajni bridovi** su oni bridovi, koji postaju na onom pravcu, gdje se dvije raznovrsne plohe režu. U kombinaciji bivaju jednovitomu obliku bridovi i uglovi otupljeni ili bridovi zaoštreni, a uglovi zašiljeni. Lice kombinaciji daje onaj jednoviti oblik, komu su plohe najbolje razvijene.

Kombinacija se razrješuje tako, da se označe i opredijele pojedini jednoviti oblici, koju su se u kombinaciji združili. Složaj se označuje tako, da se napišu redom znakovi pojedinih oblika. Znak pretežnog lika dođe naprvo, a između pojedinih znakova stave se točke.

Da se razriješi kombinacija, postavi se ona ispravno, pa se promatraju napose uvijek samo jednake plohe, od kojih bi postao jednovit oblik, kad bi se plohe produljile. Pri opredjeljivanju kombinacijâ od najveće je važnosti 1) broj jednakih ploha, 2) njihov položaj prama osima, 3) oblik, koji bi nastao produljivanjem jednakih ploha, te 4) položaj složajnih bridova

Primjeri holoedrijskih kombinacija:

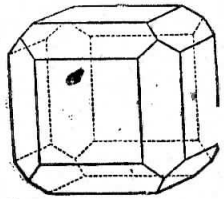
Sl. 41.



$\infty O \infty \,.\, O$

(Olovni sjajnik, fluorit.)

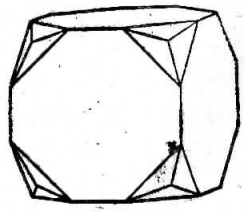
Sl. 42.



$\infty O \infty \,.\, \infty O$

(Fluorit, olovni sjajnik.)

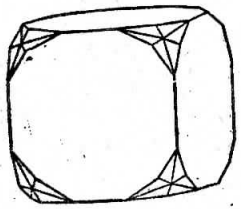
Sl. 43.



$\infty O \infty O.\ 2O2$

(Analcim, fluorit.)

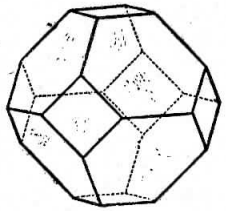
Sl. 44.



$\infty O \infty \,.\, 4O2$

(Fluorit.)

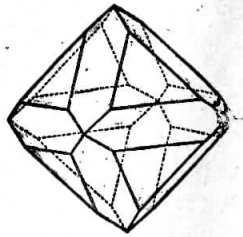
Sl. 45.



$O \,.\, \infty O \infty$

(Olovni sjajnik, bakar.)

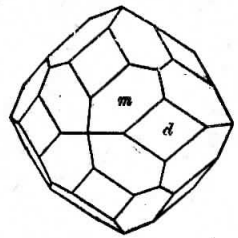
Sl. 46.



$O \,.\, \infty O$

(Magnetit.)

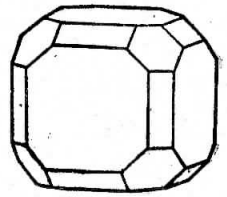
Sl. 47.



$\overset{m}{2O2} \,.\, \infty \overset{d}{O}$

(Granat.)

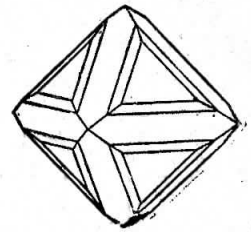
Sl. 48.



$\infty O \infty . \infty O \,.\, O$

(Zlato.)

Sl. 49.

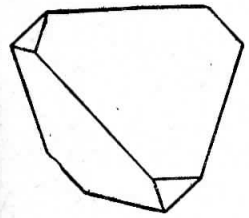


$O . \infty O \,.\, 2O$

(Bakrena rudača.)

Kombinacije s polulicima neparalelnih ploha:

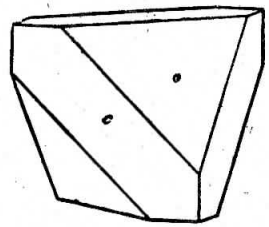
Sl. 50.



$\frac{O}{2} \cdot \overline{\frac{O}{2}}$

(Sinjavac.)

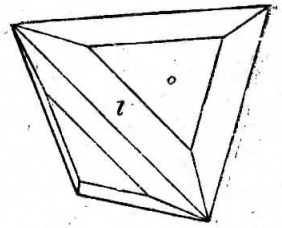
Sl. 51.



$\overset{o}{\frac{O}{2}} \cdot \infty O \infty$

(Sinjavac.)

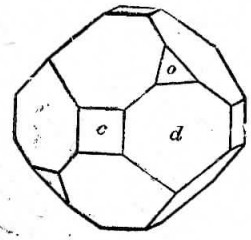
Sl. 52.



$\overset{o}{\frac{O}{2}} \cdot \overset{l}{\frac{2O2}{2}}$

(Sinjavac.)

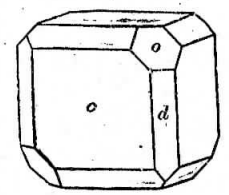
Sl. 53.



$\overset{a}{\infty O} \,.\, \infty O \infty \,.\, \overset{o}{\frac{O}{2}}$

(Boracit.)

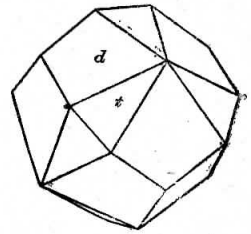
Sl. 54.



$\overset{c}{\infty O \infty} \,.\, \infty \overset{a}{O} \,.\, \overset{o}{\frac{O}{2}}$

(Boracit.)

Sl. 55.

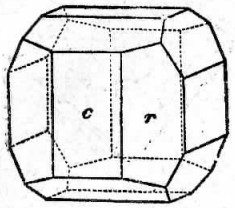


$\overset{a}{\infty O} \,.\, \overset{t}{\frac{303}{2}}$

(Tutijin blistavac.)

Kombinacije s polulicima paralelnih ploha:

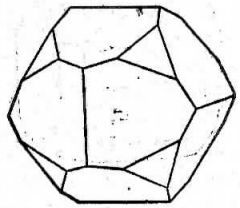
Sl. 56.



$$\overset{c}{\infty O\infty} \cdot \frac{\infty O2}{2}\overset{r}{}$$

(Pirit.)

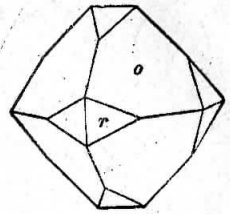
Sl. 57.



$$\frac{\infty O2}{2} \cdot O$$

(Pirit.)

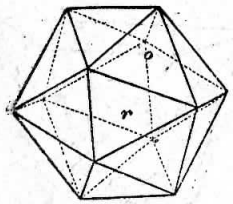
Sl. 58.



$$O \cdot \frac{\infty O2}{2}\overset{r}{}$$

(Pirit, kobaltin.)

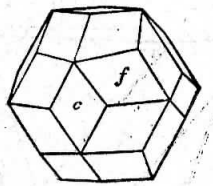
Sl. 59.



$$O \cdot \frac{\infty O2}{2}$$

(Kobaltin.)

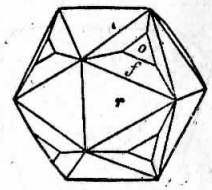
Sl. 60.



$$\left[\frac{3O^{3}/_{2}}{2}\right]\overset{c}{\infty O\infty}$$

(Pirit.)

Sl. 61.



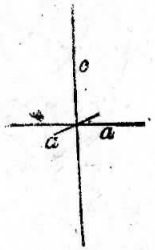
$$\frac{\infty O2}{2}\left[\frac{3O^{3}/_{2}}{2}\right] \cdot O$$

(Pirit.)

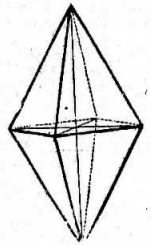
U teseralnim potpunim likovima ledi se: zlato, srebro, bakar, olovni sjajnik, magnetit, fluorit itd.; u polulicima neparalelnih ploha: sinjavac, boracit, tutijin blistavac; u polulicima s paralelnim plohama: pirit, kobaltin.

2. **Tetragonski sustav.** On ima tri osi, sve tri stoje jedna na drugoj

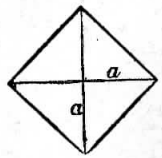
Sl. 62.



Sl. 63.



Sl. 64.



okomito (sl. 62.), ali su samo dvije jednako duge, dok je treća dulja ili kraća. Ona se postavlja okomito i uzimlje kao g l a v n a o s *c*, dok druge dvije

jednake s u o s i *a* ostaju vodoravne. U normalnom položaju stoji jedna suos poprečno, druga uzdužno.

T e m e l j n i o b l i k jest istobridna četverostrana piramida (sl. 63.). Ona se označuje sa P. Ona je opkoljena od 8 istokračnih trokuta, te ima 8 jednakih ovršnih bridova i 4 jednaka osnovna brida. Prosjek joj je četvorina (sl. 64.); dijagonale joj tvore obje suosi. Parametri ploha se snose kao $a : a : c$.

P je kod različnih vrsta ruda različit. Za svaki posebni niz tetragonskih likova mora P mjerenjem biti opredijeljen. P se opredjeljuje ili veličinom osnovnoga bridnog kuta, ili ako se s pomoću tog kuta opredijeli snošaj $a : c$.

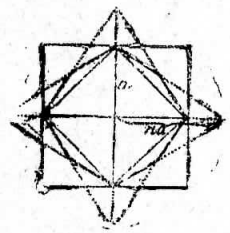
I z v a đ a n j e t e t r a g o n s k i h l i k o v a. Ako se glavna os temeljnog oblika pomnoži brojem m, koji može biti veći ili manji od 1, to ćemo dobiti uz nepromijenjene suosi različite glavne osi. Ako sada postavimo na krajne točke suosî i na nove krajne točke glavnih osî plohe, to ćemo dobiti čitav niz tetragonskih piramida. Sve te piramide imat će istu osnovu kao i temeljni oblik, ali će imati glavne osi različne duljine. Te se piramide zovu p r o t o p i r a m i d e.[1]) Njihove će oznake[2]) biti slijedeće:

$$oP \ldots . \tfrac{1}{3}P \ldots . \tfrac{1}{2}P \ldots . P \ldots . 2P \ldots . 3P \ldots . \infty P.$$

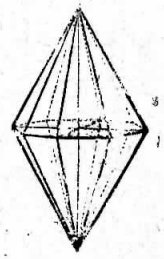
oP (ništa P) je ravna ploha, koja ima isti položaj kao i osnova, a zove se o s n o v n i p i n a k o i d.[3]) ∞ P je okomit stup, prizma, koja se zove p r o t o p r i z m a. Poprečni prijerez joj je četvorina. Oba ova lika ne mogu se sami za sebe razviti, nego se nalaze samo u kombinacijama Na sl. 65. je kombinacija: ∞ P. oP.

Sl 65

Sl 66.



Sl 67.



Prema zakonu o usporednosti ploha (str. 3) pojavljuje se osnovni pinakoid u kombinaciji s dvije plohe.

Povećanjem glavne osi postaju piramide sve š i l j a t i j e, a smanjivanjem glavne osi sve t u p l j e.

---

[1]) gr. p r o t o s, prvi. [2]) Ovdje se kao i kod svih drugih sustava svaka promjena glavne osi bilježi pred P, a promjena suosi iza P. [3]) p i n a x, daska.

Raznobridna osmostrana ili ditetragonska[1]) piramida postaje, ako jedan parametar suosi bude n puta veći od parametra temeljne piramide (dakle na pr. sl. 66.). Da se zadovolji simetriji tetragonskoga sustava, to mora da budu u svakom oktantu dvije takve plohe, kojima se parametri s obzirom na suosi snose kao a : na, pa tako nastaje onda osmostrana piramida (sl. 67.). Ako je takvoj ditetragonskoj piramidi glavna os isto tako velika kao temeljnoj tetragonskoj piramidi, onda joj je parametrijski snošaj a : na : c, a simbol Pn.

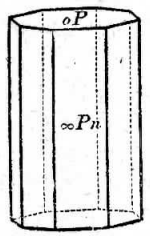
Ako se cijeli niz protopiramida na isti način promijeni, to ćemo dobiti novi niz ditetragonskih piramida.

$$m < 1 \qquad m > 1$$
$$oP \ldots\ldots mPn \ldots\ldots Pn \ldots\ldots mPn \ldots\ldots \infty Pn.$$

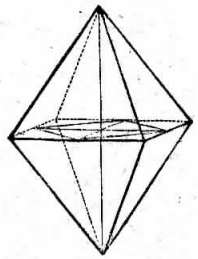
Skrajni član ovoga niza na onoj strani, gdje glavna os postaje manja, jest ravna ploha, koja stoji paralelno osnovi, dakle opet osnovni pinakoid oP, dok se na drugom kraju ovoga niza, gdje glavna os raste, nalazi ditetragonska prizma ∞Pn. Oba ova skrajna člana tvore na slici 68. kombinaciju $oP.\ \infty Pn$.

Tim, što n može imati različnu brojnu vrijednost, mogu nastati različni nizovi ditetragonskih piramida.

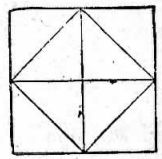
Sl. 68.



Sl. 69.



Sl. 70.



Osnova svih ditetragonskih piramida, koje se mogu izvesti, jest simetričan osmerokut s jednakim stranicama i s izmjenično jednakim kutovima (sl. 66.), dakle ditetragon.

Za pravilan osmerokut morao bi $n = 1 + \sqrt{2}$ biti iracionalan broj, što bi se protivilo zakonu o racionalnom snošaju parametra, radi toga ne može biti među lecima ovakve jednakobridne osmostrane piramide.

Ako postane $n = 8$, onda se dobiju izvađanjem od protopiramida deuteropiramide[2]) (sl. 69.), kojim je osnova četvorina, koja opisuje četvorinu temeljna oblika (sl. 70.) Te su piramide zakrenute prema protopiramidama za 45°, stoje dakle u dijagonalnom položaju.

[1] gr. dis, dvaput. [2]) deuteros, drugi.

Niz deuteropiramida je:

$$m < 1 \qquad m > 1$$
$$oP \ldots\ldots mP\infty \ldots\ldots P\infty \ldots\ldots mP\infty \ldots\ldots \infty P\infty,$$

gdje je prvi član osnovni pinakoid oP, a posljednji deuteroprizma $\infty P\infty$.

Ako je protopiramida mP složena s deuteropiramidom $mP\infty$, onda su joj oštri bridovi otupljeni; ako je u kombinaciji s protoprizmom ∞P, onda su joj otupljeni osnovni bridovi, a s deuteroprizmom $\infty P\infty$ otupljuju joj se osnovni uglovi, dok joj osnovni pinakoid oP otupljuje oštre uglove.

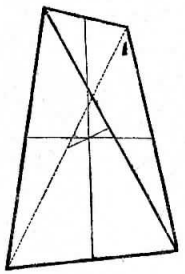
Deuteroprizma otupljuje bridove protoprizme.

Likovi istoga niza imadu jednake poprečne proreze, a u kombinaciji imadu horizontalne složajne bridove.

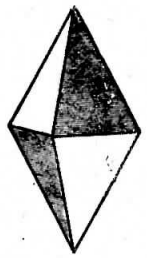
Među hemiedrijske likove tetragonskoga sustava ide tetragonski tetraedar ili tetragonski sfenoid[1]).

On postaje od protopiramide mP (sl. 71.), ako joj se izmjenične plohe povećaju.

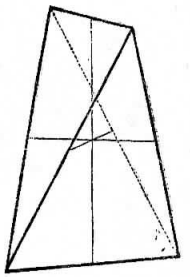
Sl. 73.



Sl. 71.



Sl. 72.

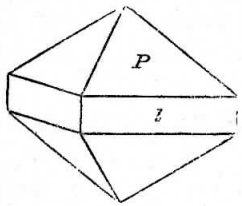


mP daje $\frac{mP}{2}$ i $-\frac{mP}{2}$ (sl. 72. i 73.).

Sfenoidi imadu 4 istokračna trokuta, 4 raznobridna ugla i 6 bridova od dvije vrste.

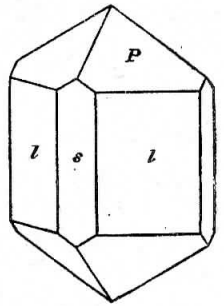
Primjeri tetragonskih kombinacija:

Sl. 74.



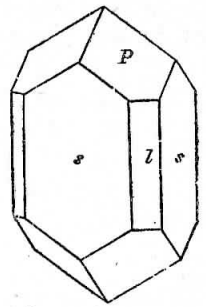
P l
P. ∞P
(Cirkon.)

Sl. 75.



P l s
P. ∞P. ∞P∞
(Cirkon.)

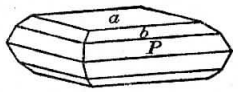
Sl. 76.



P l s
P. ∞P. ∞P∞
(Cirkon.)

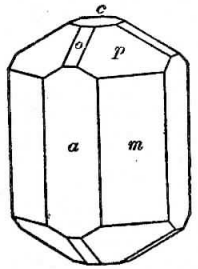
[1]) sphen, klin.

Sl 77.



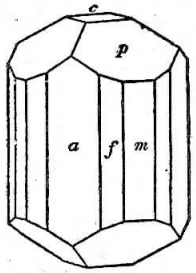
P b c
P. $^1/_2$P. oP
(Vulfenit.)

Sl. 78.



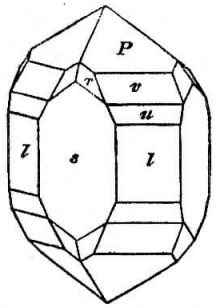
p o m a c
P. P∞. ∞P. ∞P∞. oP.
(Vezuvijan.)

Sl. 79.



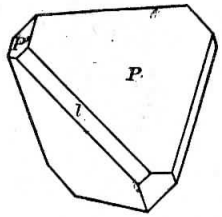
p m a f c
P. ∞P. ∞P∞. ∞P2. oP
(Vezuvijan.)

Sl. 80.



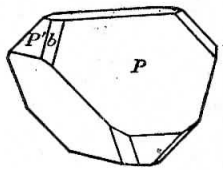
P v u r l s
P. 2P. 3P. 3P3. ∞P. ∞P∞
(Cirkon.)

Sl. 81.



P P' l
$\frac{P}{2}.-\frac{P}{2}.$ ∞P∞
(Bakrena pakovina.)

Sl. 82.

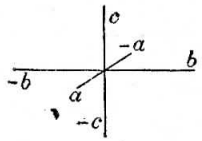


P P' b
$\frac{P}{2}.-\frac{P}{2}.$ P∞. oP.
(Bakrena pakovina.)

Za vježbanje na modelima u razriješavanju kombinacija svih jednoosnih sustava mogu se upotrijebiti teseralni oblici i kombinacije, pa ih po pravilima jednoosnih sustava promatrati i razriješavati. Tako je n. pr. u tetragonskom sustavu oktaedar = P; heksaedar = ∞P∞. oP; rompski dodekaedar = P∞. ∞P itd.

Raširenije rude, koje se tetragonski lede, jesu: kositrena rudača, rutil, vezuvijan, cirkon, vulfenit, bakrena pakovina itd.

Sl. 83.



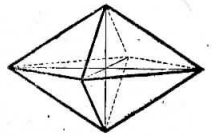
3. **Rompski sustav.** Leci ovoga sustava dadu se svesti na tri nejednake osi *a*, *b*, *c* (sl. 83.), od kojih jedna na drugoj okomito stoji. Ona os, koja se odabere kao glavna os, postavi se ispravno i označuje se sa *c*. Suosi *a* i *b* postave se tako, da duljа *b* os stoji poprijeko, a kraća *a* uzduž.

Osnovni, makrodijagonalni[1]) i brahidijagonalni[2]) glavni prorez prikazuje nam po jednu od one tri ravnine simetrije, koje su za rompske oblike značajne.

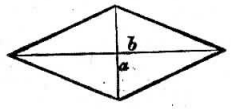
Temeljni oblik je rompska piramida P (sl. 84.) s parametrima a : b : c. Lik taj ima 8 jednakih raznostranih trokuta, 6 uglova, gdje su uvijek samo po dva protuležeća jednaka, te 12 bridova. Među tim bridovima su jednaka uvijek samo po 4, i to 4 osnovna brida, 4 brida, koja leže u prorezu dulje suosi, i 4 brida u prorezu kraće suosi.

Rompska piramida je posve opredijeljena, ako su joj izmjerena dva bridna kuta, jer se iz toga dade proračunati omjer a : b : c. U lečanom nizu aragonita je na pr. a : b : c = 1 : 1·39 : 0·86.

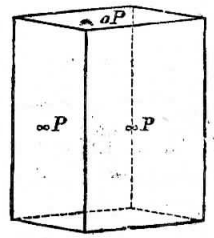
Sl. 84.



Sl. 85.



Sl. 86.



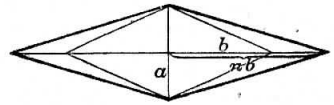
Izvadanje rompskih likova. Ako se glavna os piramide P pomnoži racionalnim brojem m $\gtrless$ 1, to se dobije glavni niz rompskih piramida ili protopiramide:

m = o m<1 m = 1 m>1 m = ∞
oP .... mP .... P .... mP' .... ∞P

Svi oblici toga niza imadu istu osnovu (sl. 85.) kao i temeljna piramida. oP je osnovni pinakoid, a ∞P je okomita prizma. Na sl. 86. su oP i ∞P u složaj složeni.

Ako se temeljnoj piramidi P pomnoži duga os b racionalnim brojem n (sl. 87.), pa se postave plohe na krajeve ove nove osi i na kraće ovršne bridove P, to nastane makropiramida $\bar{P}n$.

Sl. 87.



Znak —, što se postavlja iznad P označuje, da se n, koji stoji iza P, odnosi na dulju os; za kraću os uzimlje se znak ⌣.

Ako se ovaj postupak protegne na sve oblike glavnoga niza, to nastaje slijedeći niz makropiramidâ:

m<1 m<1
oP .... m$\bar{P}$n .... $\bar{P}$n .... m$\bar{P}$n .... ∞$\bar{P}$n.

[1]) gr. makrós, velik. [2]) gr. brachys, kratak.

No kako n može imati različne brojne vrijednosti, tako može biti i različnih nizova makropiramidâ:

oP . . . . mP̄n′ . . . P̄n′ . . . . mP̄n′ . . . . ∞P̄n′

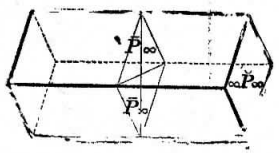
oP . . . . mP̄n″ . . . . P̄n″ . . . . mP̄n″ . . . . ∞P̄n″

Ako je n=∞, onda P̄n prelazi u položenu prizmu P̄∞ (sl. 88.), koja se nazivlje **makrodomom.**[1]) Niz makrodomâ je:

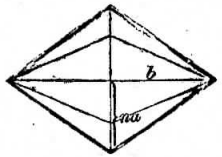
oP . . mP̄∞ . . P̄∞ . . mP̄∞ . . ∞P̄∞.

∞P̄∞ se zove **makropinakoid** ili **poprečni pinakoid**, a tvore ga dvije paralelne plohe (sl. 90.) i leži smjerom makrodijagonalnoga proreza.

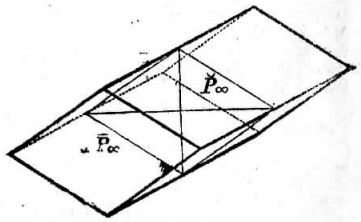
Sl. 88.



Sl. 89.



Sl. 90.



Ako se kraća suos pomnoži kojim racionalnim brojem n (sl. 89.), pa se isto tako postupa, kako se je to kod dulje osi učinilo, dobiju se onda slijedeći nizovi **brahipiramida:**

oP . . . . mP̆n . . . . P̆n . . . . mP̆n . . . . ∞P̆n

oP . . . . mP̆n′ . . . . P̆n′ . . . . mP̆n′ . . . . ∞P̆n′ itd.

Kada je n=∞, onda nastaju **brahidome** ili **uzdužne dome:**

oP . . . . mP̆∞ . . . . P̆∞ (sl. 90.) . mP̆∞ . . . . ∞P̆∞

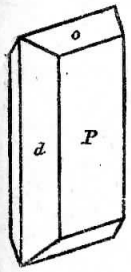
∞P̆∞ sastoji od dvije paralelne plohe, koje leže u smjeru brahidijagonalnog proreza, a zove se **brahipinakoid** ili **uzdužni pinakoid** (sl. 88.).

Piramidi glavnoga niza mP otupljuje u kombinaciji pripadajući makrodoma mP̄∞ kraće, a brahidoma mP̆∞ dulje oštre bridove, prizma joj otupljuje osnovne bridove, a oP oštre uglove, makropinakoid ∞P̄∞ osnovne uglove brahidijagonale, a brahipinakoid ∞P̆∞ osnovne uglove makrodijagonale. Prizmi i brahidomi se u kombinaciji s brahipinakoidom otupljuju postrani bridovi, a prizmi i makrodomi se s makropinakoidom otupljuje predanji i stražnji brid. Oblici istoga niza, koji dakle imadu i iste prereze, imadu u kombinaciji horizontalne složajne bridove.

[1]) lat. domus, kuća.

Primjeri rompskih kombinacija:

Sl. 91.

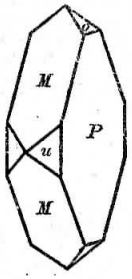


P d o

∞P̆∞ . ∞P̆2 . P̄∞

(Barit.)

Sl. 92.

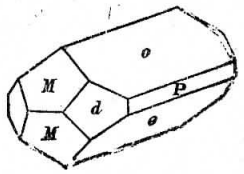


P M u o

∞P̆∞ . P̄∞ . ∞P . P̆∞

(Barit.)

Sl. 93.

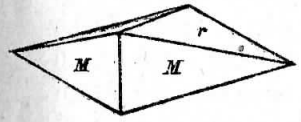


M o d P

P̄∞ . P̆∞ . ∞P̆2 . ∞P̆∞

(Celestin.)

Sl. 94.

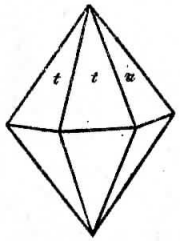


M r

∞P . $\frac{1}{4}$P̆∞

(Ars. pakovina.)

Sl. 95.

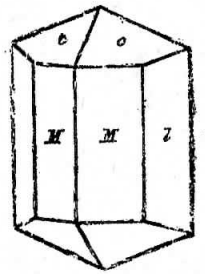


u

P . 2P̆∞

(Bijeli olovnjak.)

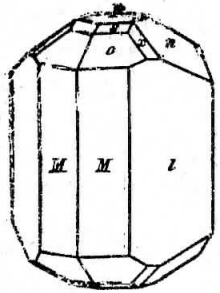
Sl. 96.



∞P . ∞P̆2 . P

(Brazilski topaz.)

Sl. 97.

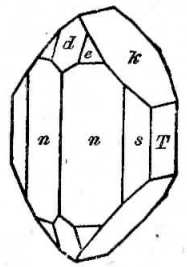


M n o s x

∞P . ∞P̆2 . oP . 2P̆∞ . P . $\frac{2}{3}$P . $\frac{4}{3}$P̆2

(Saski topaz.)

Sl. 98.



n s T k e d

∞P . ∞P̆2 . ∞P̆∞ . 2P̆∞ . P . P̄∞

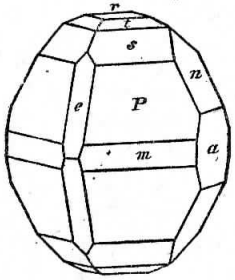
(Olivin.)

Za vježbanje u razriješavanju rompskih kombinacija može se izmjenice svaka os *a*, *b*, *c* uzeti kao glavna os i onda se može kombinacija riješiti. No mogu se i teseralni i tetragonski likovi po načelima rompskoga sustava razriješiti.

Pri izboru glavne osi kod rompskih ledaca ne slažu se uvijek svi mineralozi. Više puta se isti lečani niz stanovite rude od jednog po jednoj, a drugoga po drugoj osi razređuje.

U rompskom sustavu se ledi; aragonit, barit, celestin, topaz, smaltin, sumpor itd.

Sl. 99.

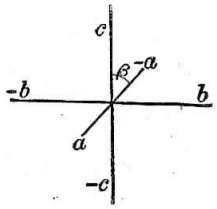


P s t r m a e n

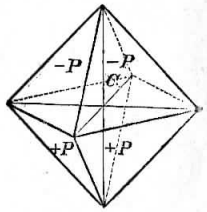
$P \cdot \frac{1}{3}P \cdot \frac{1}{5}P \cdot oP \cdot \infty P \cdot \infty \breve{P}\infty \cdot \bar{P}\infty \cdot \breve{P}\infty$

(Sumpor.)

Sl. 100.



Sl. 101.



4. **Monoklinski sustav.** Leci ovoga sustava imadu 3 nejednake osi *a*, *b*, *c* (sl. 100.); dvije osi su među sobom kose (*a* i *c*) i leže u onoj jedinoj ravnini simetrije (glavni prorez), kojom se monoklinski oblici odlikuju. Jedna od tih osi ispravi se okomito kao glavna os (*c*), dok se druga postavi po duljini kao uzdužna os i zove klinodijagonalna ili k l i n o-o s. Treća os (*b*), koja stoji okomito na ravnini simetrije (glavnom prorezu), zove se ortodijagonalna[1]) ili o r t o-o s. Kut, što ga tvore obje osi glavnoga proreza ($\sphericalangle\ \beta < 90^0$), za svaki je lečani niz posve stalan i značajan.

Simetrija, koja ovdje postoji, zahtijeva, da uz plohu, koja ima parametre $a : b : c$, postoji jedna druga simetrijski položena ploha, pa kako svaka ta ploha mora imati još i usporednu protuplohu, to cijeli ovaj lik ima onda samo polovicu ploha piramide (sl. 101.). Prema tomu se raspada temeljna piramida na dvije polovice $+P$ i $-P$, od kojih svaka za sebe može postojati, pa gdje nam svaka prikazuje kosu četverostranu prizmu (ako plohe proširimo).

Kod monoklinskih je oblika lijeva strana jednaka desnoj, ali prednja nije jednaka stražnjoj.

Monoklinski se oblici i z v o d e na isti način kao i rompski. Što je tamo makrodijagonala (ili os) bila, to je ovdje ortodijagonala, a brahidijagonala je ovdje klinodijagonala. Sve se piramide i ortodome raspadaju u dvije polovice, koje se označuju sa + i —. Svi znakovi onih likova, koji postaju promjenom ortodijagonale, dobiju kroz P ravnu crtu (Ᵽ), a likovi s promijenjenom klinodijagonalnom kosu crtu (Ᵽ).

[1]) gr. o r t h ó s, upravan, okomit.

Nizovi monoklinskih likova jesu ovi:

Protopiramide:

$m < 1$ $\qquad$ $m > 1$

$oP \ldots\ \pm mP \ldots\ \pm P \ldots\ \pm mP \ldots\ \infty P$

Ortopiramide:

$oP \ldots\ \pm m\text{Ᵽ}n \ldots\ \pm \text{Ᵽ}n \ldots\ \pm m\text{Ᵽ}n \ldots\ \infty\text{Ᵽ}n$

$oP \ldots\ \pm m\text{Ᵽ}n' \ldots\ \pm \text{Ᵽ}n' \ldots\ \pm m\text{Ᵽ}n' \ldots\ \infty\text{Ᵽ}n'$

Ortodome:

$oP \ldots\ \pm m\text{Ᵽ}\infty \ldots\ \pm \text{Ᵽ}\infty \ldots\ \pm m\text{Ᵽ}\infty \ldots\ \infty\text{Ᵽ}\infty$

Ortodome se raspadaju radi romboidskog prereza na dva para ploha pozitivni leži povrh kuta β. Oblik $\infty\text{Ᵽ}\infty$ zove se ortopinakoid.

Klinopiramide:

$oP \ldots\ \pm m\text{Ᵽ}n \ldots\ \pm \text{Ᵽ}n \ldots\ \pm m\text{Ᵽ}n \ldots\ \infty\text{Ᵽ}n$

$oP \ldots\ \pm m\text{Ᵽ}n' \ldots\ \pm \text{Ᵽ}n' \ldots\ \pm m\text{Ᵽ}n' \ldots\ \infty\text{Ᵽ}n'$

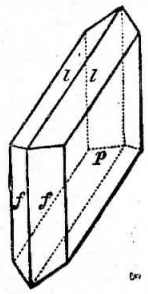
Klinodome:

$oP \ldots\ m\text{Ᵽ}\infty \ldots\ \text{Ᵽ}\infty \ldots\ m\text{Ᵽ}\infty \ldots\ \infty\text{Ᵽ}\infty$

Lik $\infty\text{Ᵽ}\infty$ zove se klinopinakoid.

Primjeri monoklinskih kombinacija:

Sl. 102.

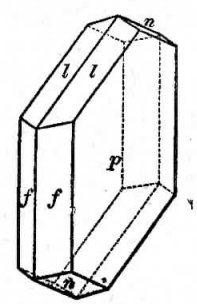


l f p

$-P \cdot \infty P \cdot \infty\text{Ᵽ}\infty$

(Sadra: $\beta = 80^0\ 42'$)

Sl. 103.

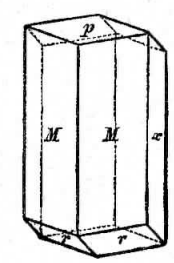


l n f p

$-P \cdot P \cdot \infty P \cdot \infty\text{Ᵽ}\infty$

(Sadra)

Sl. 104.

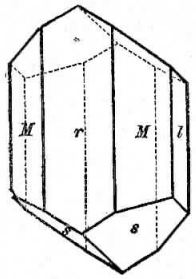


p r M x

$oP \cdot P \cdot \infty P \cdot \infty\text{Ᵽ}\infty$

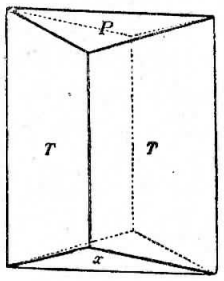
(Amfibol: $\beta = 75^0\ 2'$)

Sl. 105.



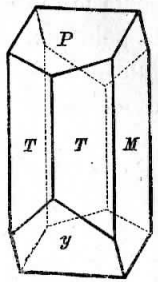
s M l r
P . ∞P . ∞P∞ . ∞P∞
(Augit: β = 74° 11')

Sl. 106.



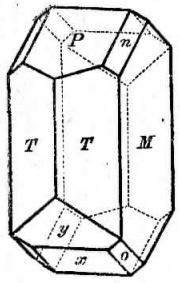
P x T
oP . P∞ . ∞P
(Adular: β = 63° 57')

Sl. 107.



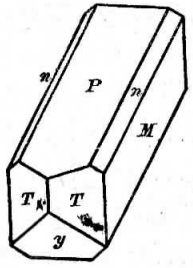
P y T M
oP . 2P∞ . ∞P . ∞P∞
(Ortoklas)

Sl. 108.



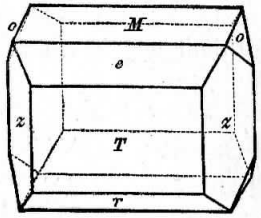
P y x n T M o
oP.2P∞.P∞.2P∞.∞P.∞P∞.P
(Ortoklas.)

Sl. 109.



P y n T M
oP.2P∞.2P∞.∞P.∞P∞
(Ortoklas.)

Sl. 110



M c T r o z
oP.—P∞.∞P∞.P∞.P∞.∞P
(Epidot.)

Za vježbanje u razriješavanju monoklinskih kombinacija dobro je postaviti sad jednu sad drugu nagnutu os kao glavnu i onda lik riješiti.

Monoklinski se ledi ortoklas, amfibol, augit, epidot, sadra, zelena galica itd.

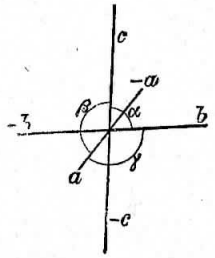
5. **Triklinski** ili **asimetrijski sustav.** Likovi ovoga sustava imadu 3 nejednake osi *a*, *b*, *c* (sl. 111.), koje među sobom zatvaraju nagnute kutove α, β, γ. Jedna od ovih osi se kao glavna os ispravno postavi, dulja suos, makrodijagonala, stavi se kao poprečna, a brahidijagonala kao uzdužna os.

Kako ovdje nema nijedne ravnine simetrije, to se prema zakonu o usporednosti ploha (str. 3.) mora uz plohu, koja ima parametre $a : b : c$, razviti samo njoj usporedna skladna ploha sa parametrima $-a : -b : -c$, se prema tomu raspada triklinska ili asimetrijska temeljna piramida

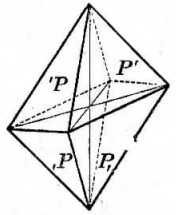
(sl. 112.) na četiri para ploha ili na četvrtine, koje se označuju sa P', 'P, P, i ,P. Pri potpunom razvoju prikazuje nam ova piramida ,'P,' kombinaciju od četiri para ploha.

Kod triklinskih oblika nitj je lijeva strana jednaka desnoj, niti prednja stražnjoj.

Sl. 111.



Sl. 112.



Za određivanje triklinske piramide mora se izmjeriti pet bridnih kutova.

Likovi se izvode na isti način kao i u rompskom sustavu.

Protopiramide:

oP . . . . m,'P,' . . . . ,'P,' . . . . m,'P,' . . . . ∞'P'

Makropiramide:

oP . . . . m,'P̄,'n . . . . ,'P̄,'n . . . . m,'P̄,'n . . . . ∞'P̄'n

oP . . . . m,'P̄,'n' . . . . ,'P̄,'n' . . . . m,'P̄,'n' . . . . ∞'P'n

itd.

Makrodome:

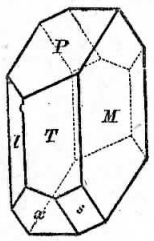
oP . . . . mP̄,'∞ . . . . P̄,'∞ . . . . mP̄,'∞ . . . . ∞P̄∞

itd.

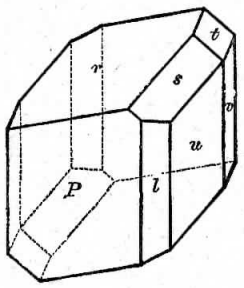
Protopiramide m,'P,'n, makropiramide m,'P̄,'n, brahipiramide m,'P̆,'n raspadaju se u četvrtine; protoprizme ∞,P', makroprizme ∞'P̄'n, brahiprizme ∞'P̆,n, makrodome mP̄,'∞ i brahidome m'P̆'∞ raspadaju se u polovine. Jednoviti se oblici u ovom sustavu sastoje dakle uvijek od jednoga para ploha.

Primjeri triklinskih kombinacija:

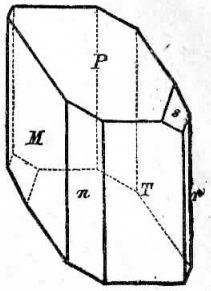
Sl. 113.



Sl. 114.



Sl. 115.



l *T* *P* *M* *s* *x*

Sl. 113. ∞'P . ∞P' . oP $\infty\breve{P}\infty$. P, . $\bar{P}'\infty$

(Albit.)

u *P* *r* *t* *l* *v* *s*

Sl. 114. ∞P . ∞P . P' . P . $\infty\bar{P}\infty$. $\infty\breve{P}\infty$. $2\bar{P}\infty$

(Aksinit.)

T *M* *P* *n* *r* *s*

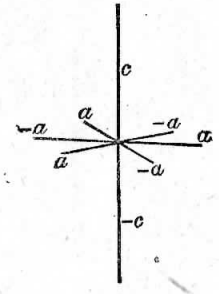
Sl. 115. ∞P' . ∞'P . P' . $\infty\bar{P}\infty$. $\infty\breve{P}\infty$. $2\bar{P}'2$

(Modra galica.)

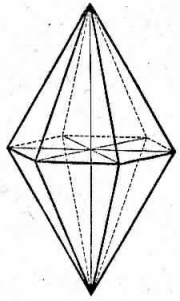
Triklinski se osim toga lede anortit, periklin, cijanit itd.

6. **Heksagonski sustav.** Za lece heksagonskoga sustava pretpostavljaju se četiri osi (sl. 116.). Tri jednake horizontalne osi *a*, *a*, *a* režu se pod

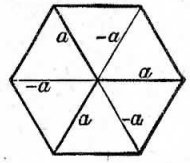
Sl. 116.



Sl. 117.



Sl. 118.



kutom od 60° a redaju se tako, da su im pozitivni krajevi za 120° razmaknuti. One se smatraju kao suosi. Jedna se suos stavlja uvijek kao poprečna os. Četvrta os *c* je glavna os; ona stoji na suosima okomito, te može od njih biti veća ili manja.

Potpuni oblici heksagonskoga sustava su kao i oni tetragonskoga pršljenaste gradnje, jer im se oko glavne osi redaju tri i tri jednake ravnine simetrije. One tri ravnine simetrije, u kojima leži glavna os i po jedna suos, zovu glavnim prorezima.

Temeljni oblik je heksagonska piramida P (sl. 117.). Ona ima 12 jednakih istokračnih trokuta. Osnova joj je pravilni šestokut (sl. 118.), u kom su dijagonale ujedno suosi *a*, *a*, *a*. Ona ploha, koja je usporedna poprečnoj osi, ima parametrijski snošaj: $a : \infty a : -a : c$ (sl. 118.).

Temeljni oblik je opredijeljen jednim bridnim kutom ili omjerom $a : c$, koji se dade iz bridnoga kuta proračunati.

U simbolu P ne dolazi do izražaja parametar ∞a, jer on slijedi odatle, što druge dvije suosi imadu parametrijski snošaj $a : -a$. I u svim drugim slučajevima dovoljno je poznavati i ubilježiti parametrijski snošaj jedne suosi, jer se druga suos svodi na jedinicu, a treća se dade lako proračunati;

n. pr. $mPn = a : \frac{n-1}{n} a : -na : mc.$

Potpuni likovi heksagonskoga sustava se izvode na isti način kao i tetragonski likovi.

Pomnoži li se glavna os racionalnim brojem $m \gtrless 1$, to se dobije niz protopiramida:

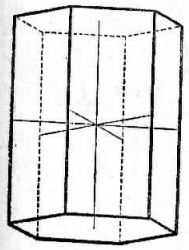
$m < 1$ $m > 1$

oP . . . . . mP . . . . . P . . . . . mP . . . . . ∞P

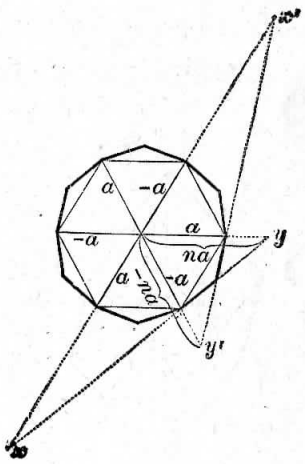
∞P ($a : \infty a : -a : \infty c$) je protoprizma, koja je na sl. 119. složena s osnovnim pinakoidom oP.

Ako imamo plohu *xy* (sl. 120.), koja siječe dvije obližnje suosi u parametrima $-a$ i na, a glavnu os u parametru *c* kao i temeljna piramida, onda se ta ploha mora u svakom sekstantu dva puta javiti, da se zadovolji simetriji heksagonskoga sustava. Prema tomu ima takav oblik 12 ploha gore, a 12 dolje i te će se plohe složiti u diheksagonsku piramidu Pn $\left(a : \frac{n-1}{n} a : -na : c\right)$, kojoj uvijek dvije plohe leže iznad jedne plohe heksagonske protopiramide.

Sl. 119.



Sl. 120.



Ako se diheksagonskoj piramidi Pn, Pn' itd. mijenja još i glavna os, onda se dobiju slijedeći nizovi diheksagonskih piramida:

$m < 1$ $m > 1$

oP . . . . mPn . . . . Pn . . . . mPn . . . . ∞Pn

oP . . . . mPn' . . . . Pn' . . . . mPn' . . . . ∞Pn' itd.

Ti nizovi završuju na jednoj strani s bazičnim pinakoidom (oP), a na drugoj strani diheksagonskom prizmom (∞Pn, ∞Pn' itd.).

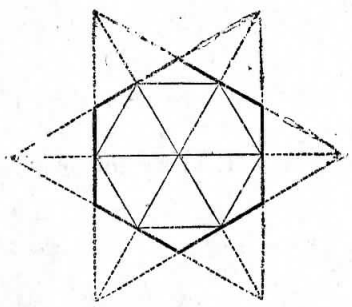
Ako je n = 2 (sl. 121.), onda prelazi diheksagon u pravilni heksagon, te se tim dobiva piramida **drugoga reda** ili **deuteropiramida**, koja je prama protopiramidi za 30° obrnuta.

Piramida, koja ima parametrijski snošaj 2a : 2a : — a : c, ima simbol P2. Niz deuteropiramida

oP . . . mP2 . . . P2 . . . ∞P2

svršava na jednoj strani s bazičnim pinakoidom oP (m = o), a na drugoj strani s **deuteroprizmom** ∞P2 (m = ∞).

Sl. 121.



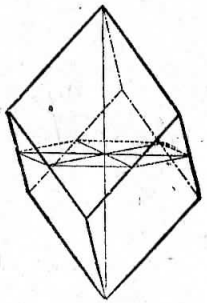
Polulici u heksagonskom sustavu:

Potpuni oblici heksagonskoga sustava dadu se rastaviti u hemiedrijske likove. Ovdje ćemo se zabaviti samo sa **romboedrijskim i skalenoedrijskim polulicima.**

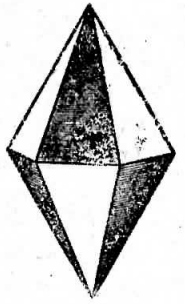
Romboedrijski polulici heksagonskoga sustava. Ako se na heksagonskoj piramidi mP (sl. 122.) povećaju izmjenične plohe, onda nastaju dva **romboedra** $\frac{mP}{2}$ i $-\frac{mP}{2}$ (sl. 123. i 124.).

Romboedar ima 6 jednakih romba, 6 jednakih ovršnih bridova, te 6

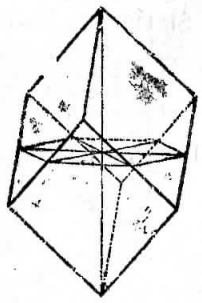
Sl. 123.



Sl. 122



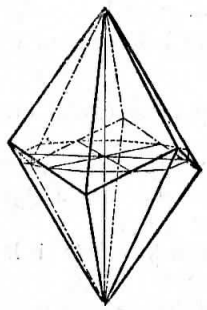
Sl. 124.



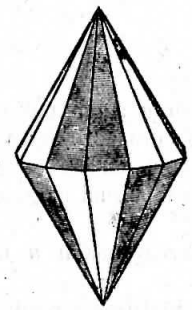
jednakih osnovnih bridova, koji idu izmjenice gore i dolje. Središnji prorez je pravilan šestokut, a suosi idu središtem postranih bridova. Prorezi, koji idu horizontalnim dijagonalama romba, istostrani su trokuti i dijele glavne os na tri jednaka dijela. Romboedar $\frac{mP}{2}$ je prema drugom romboedru $-\frac{mP}{2}$ za 60° ili 180° obrnut. Romboedar se dade odrediti, ako mu je jedan brid izmjeren.

Ako se na diheksagonskoj piramidi mPn (sl. 125.) povećaju oni izmjenični parovi ploha, koji odgovaraju plohama protopiramide, to nastaju dva **skalenoedra**[1] $\frac{mPn}{2}$ i $-\frac{mPn}{2}$ (sl. 126. i 127.)

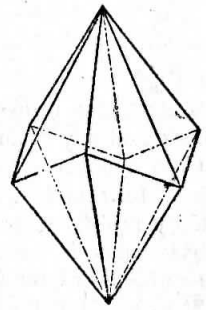
Sl. 126.



Sl. 125.



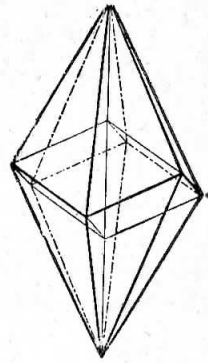
Sl. 127.



Skalenoedar ima 12 jednakih raznostranih trokuta. Ovršni su bridovi samo izmjenice, a osnovni bridovi su svi jednaki. Suosi idu središtem osnovnih bridova. Središnji prorez skalenoedra je diheksagon i to isti diheksagon, koji odgovara osnovi pripadajuće diheksagonske piramide. Skalenoedar $\frac{mPn}{2}$ je prama skalenoedru $-\frac{mPn}{2}$ za 60° ili 180° obrnut.

Romboedar i skalenoedar je tako raširen u prirodi, da je posve opravdano, ako se ovi polulici posve samostalno promatraju i izvode. Za **romboedrijsko izvađanje** uzimaju se kao temelj romboedri $\frac{P}{2}$ i $-\frac{P}{2}$. Oni se označuju kao R i — R i smatraju se kao temeljni romboedri, pa se od njih izvode svi skalenoedri i svi ostali romboedri.

Sl. 128.



Ako se romboedrima R i — R glavne osi racionalnim brojem m pomnože, onda nastanu ova dva niza:

m < 1		m > 1		
oR	mR	R	mR	∞R
oR . .	—mR	—R . .	—mR	∞R

∞R je isti lik kao i ∞P, isto tako — ∞R.

Ako se glavna os romboedra R (sl. 128.) pomnoži racionalnim brojem n > 1, pa ako se na nove krajne točke glavne osi i na osnovne bridove polože plohe, to onda nastane skalenoedar, koji se označuje sa Rn.

[1]) gr. **skalenos**, kos. skalen = raznostran trokut.

R je u skalenoedru Rn upisani romboedar, koji ima iste osnovne bridove kao i sam skalenoedar.

Ako se gornja dva niza romboedarâ na taj način promijene, onda će se dobiti:

oR . . . . mRn . . . . Rn . . . . mRn . . . . ∞Rn

oR . . — mRn . . — Rn . . — mRn . . . . ∞Rn

∞Rn je dihehsagonska prizma; — ∞Rn se ne razlikuje ni u čemu od ∞Rn.

Skalenoedar i romboedar su u istom položaju, ako tupli ovršni brid skalenoedra stoji povrh plohe romboedra (sl. 128.).

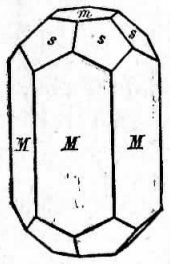
Onaj romboedar, koji drugomu izmjerenom romboedru otupljuje ovršne bridove (sl. 131.), imade razmjerno (obzirom na suosi) za polovicu kraću glavnu os, te stoji u protivnom položaju.

Svi skalenoedri istoga niza s jednakim *n* imadu jednak prerez i horizontalne složajne bridove (sl. 137.).

Skalenoedri, koji su izvedeni od istoga romboedra, ali imadu različne *n* (n, n′, n″), imadu i različne prereze. Složajni bridovi su im paralelni s bridovima upisana romboedra (sl. 136.).

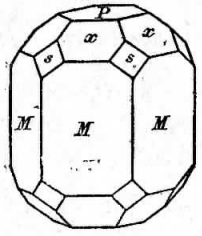
Neke heksagonske i romboedrijske kombinacije:

Sl. 129.



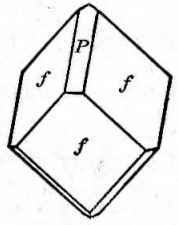
M s m
∞P . 2P2 . oP
(Berilj.)

Sl. 130.



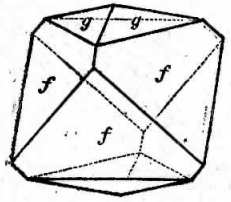
M x s P
∞P . P . 2P2 . oP
(Apatit.)

Sl. 131.



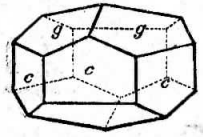
P f
R . —2R
(Vapnenac.)

Sl. 132.



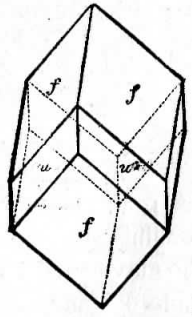
g
$-\frac{1}{2}$R . — 2R
(Vapnenac.)

Sl. 133.



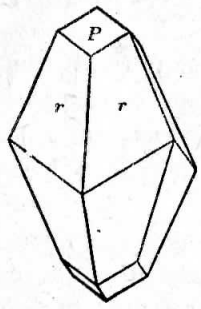
c g
∞ R . $-\frac{1}{2}$ R
(Vapnenac.)

Sl. 134.



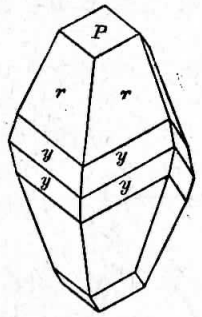
f u
— 2R ∞P2,
(Vapnenac.)

Sl. 135.



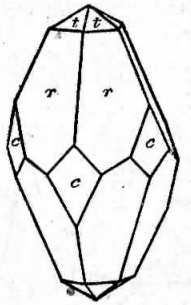
P r
R . R3
(Vapnenac.)

Sl. 136.



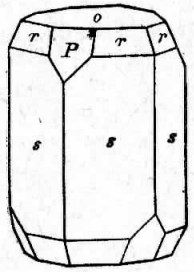
P r y
R . R3 R5
(Vapnenac.)

Sl. 137.



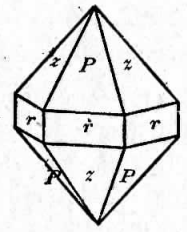
r t c
R3 . $\frac{1}{2}$ R3 . ∞R
(Vapnenac.)

Sl. 138.



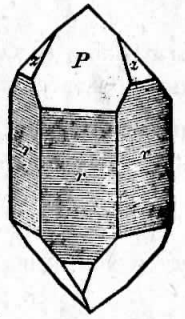
s r P c
∞P2 . $\frac{4}{3}$ P2 . R . oR
(Korund.)

Sl. 139.



P z r
R . —R . ∞P
(Kremen.)

Sl. 140.



P z r
R . —R . ∞P
(Kremen.)

Teseralni oblici dadu se i heksagonski razriješiti. Tako je n. pr.

O = oR . R; ∞ O ∞ = R; ∞ O = $\frac{1}{4}$R . ∞P2 itd.

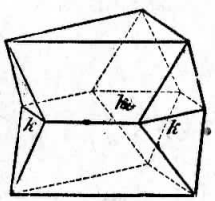
Heksagonski se ledi: berilj, apatit, korund, vapnenac, dolomit, magnezit, kremen itd.

Sraslaci dvojci postaju, ako se dva indviduuma srastu pravilno ali ne u paralelnom položaju. Kod sraslaca je ili jedan individuum uz drugi prirastao (priraslac) ili je kroz drugi prorastao (proraslac). Kod priraslaca je jedan i drugi individuum na onoj strani, gdje se srašćuju, obično za polovicu prikraćen. Takvi sraslaci dadu se na modelu tako prirediti, da se ledac stanovitom ravninom (sraslačka ravnina) razreže na dvije

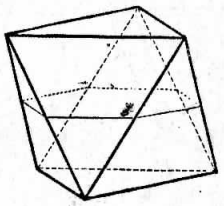
polovice, pa da se jedna polovica oko druge za 180° zakrene. Na bridovima, što ih tvore plohe jednog i drugog individuuma nastaju često u p a đ a j u ć i k u t o v i.

Slika 141. predočuje priraslac, kako se on na magnetitu razvija. Individuumi imadu oblik oktaedra. Sraslačka ravnina im je ploha, koja je paralelna plohi oktaedra.

Sl. 141.



Sl. 142.



Postanak toga sraslaca može se tako prikazati, da se oktaedar na sl. 142. prereže na dvije jednake polovine i to tako, da bude prerez usporedan jednoj plohi oktaedra, pa da se onda jedna polovica oko druge za 180° zavrne. Bridovi *k*, *k*, *k* imadu upadajuće kutove.

Ako se pravilno srastu tri, četiri leca ili pet itd. ledaca, onda nastaju t r o j c i, č e t v o r c i, p e t o r c i itd.

U sraslacima se često lede: magnetit, rutil, kositrena rudača, amfibol, augit, ortoklas, aragonit, vapnenac, sadra itd.

Nepravilnost ledaca. Leci su u prirodi prirasli, urasli i izlupljeni. Samo na uraslim i izlupljenim lecima možemo naći, ako su za svoga rasta lebdili u popustljivoj tvari, potpuno razvijene oblike. Prirasli leci mogli su se samo djelomice i jednostrano razviti. Maleni leci su obično pravilnije razvijeni nego veliki, a ima ih i više u prirodi.

Lečane plohe su više puta isprutane, kukanaste, hrapave i zavinute.

Da su plohe na lecu isprutane, često se vidi. Ta prividna nepravilnost nastaje ili čestim opetovanjem nekih složajnih bridova ili opetovanim sraslačkim sraštenjem mnogih skraćenih individuuma.

Složajno isprutane plohe nalazimo n. pr. na kremenu (v. sl. 140.), berilju, turmalinu, topazu, piritu, magnetitu, željeznom sjajniku itd., a sraslački isprutane plohe na labradoritu, vapnencu itd.

Zavinute plohe nalazimo na ocilievcu, dolomitu, sadri i dijamantu.

Kod pravilno razvijenih ledaca, kako ih u kristalografiji predočujemo, pretpostavlja se, da jednake plohe stoje u jednakoj udaljenosti od središta leca, no veoma se često vidi, kako su pojedine plohe p o m a k n u t e paralelno prama svome normalnom položaju. Mi velimo onda, da su leci r a z v u č e n i. Razvlačenjem se bridni kutovi nikada ne mijenjaju, a istovrsne plohe zadrže uvijek ista fizikalna svojstva.

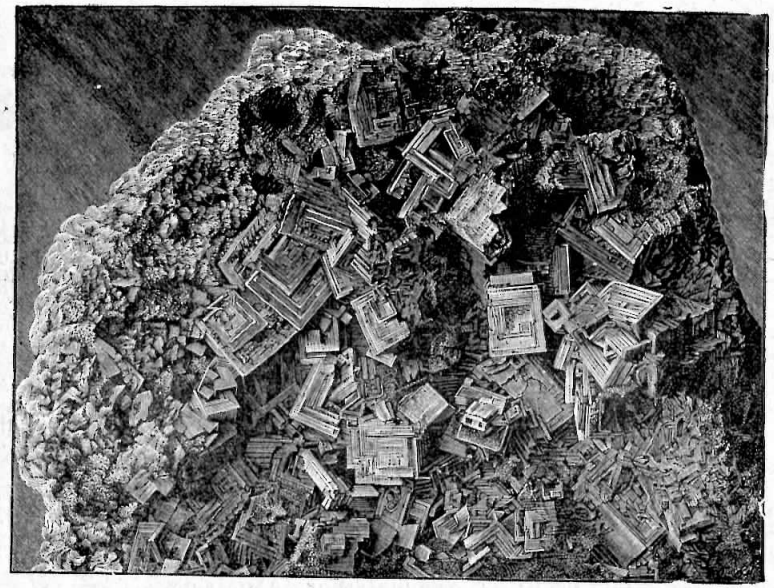
Razvlačenje leca očituje se često u tom, što se je oblik leca produljio ili skratio smjerom koje osi, kojega brida ili kojega drugoga kristalografski opredijeljena pravca. Razvučeni oblici se često vide na kremenu, osobitu na m a r m a r o š k o m prozircu (marmaroškom dijamantu). Razvlačenjem nastaju više puta novi bridovi.

Daljnje nepravilnosti na lecima postaju onda, ako se ne razviju sve plohe jednoga oblika, ako se cijeli prostor leca ne ispuni (sl. 143.), ako se ruda ispuni raznim uklopcima, ako se ledac samo djelomice razvije (prirasli leci), ili kada se samo jednostrano raširi (pločasti, vlasasti leci).

b) Oblik nakupina.

R u d n e n a k u p i n e postaju, kako je već na 2. strani rečeno, ako se mnogo individuuma u jedno složi. Način ovoga slaganja stvara poseban s a s t a v ili s t r u k t u r u[1]), koje u jednostavnih ledaca individuuma, nikad nema.

Sl. 143.



Kukanac od ledaca olovnog sjajnika; nepotpuno razvijene kocke su stepenasto udubljene.

Onakve lečaste nakupine, gdje se pojedini individuumi mogu jasno razabrati i gdje im je oblik bar u jednom dijelu dobro razvijen, zovu se k u p ili k u k a n a c ledaca.

K u p ledaca postaje, ako se leci tako razviju, da se jedan na drugi naslanja. Pri uraslom, lebdećem kupu ledaca (n. pr. od sadre), redaju se

[1]) lat. s t r u e r e, graditi.

leci oko jednoga središta. Prirasli kup ledaca oslanja se na tuđu podlogu. Kukanac ledaca zove se ona nakupina, gdje su se leci na jednoj zajedničkoj podlozi smjestili. Oblik kukanca ovisi o obliku podloge. Podloga može sastojati od iste rudne tvari, od koje su i prirasli leci ili od koje druge tvari.

Nakupine mogu po obliku individuuma biti zrnata, lisnata, ljuskava, šipkasta i vlaknasta sastava.

Kao posebne vrste kristalinskih nakupina, gdje su se pojedini individuumi dosta nejasno razvili, spomenuti nam je još: kruglјaste, bubrežaste, grozdaste, grmolike, koraste, sigaste, žicaste, vlasaste, pločaste itd. oblike i naličine.

c) Pseudomorfoze.[1])

Pseudomorfoze ili palikovi nastaju onda, kada se koja kristalinska ili bezlika ruda javlja u lečanom obliku koje druge rude.

Pseudomorfozâ ima više vrsta. Ako se preko leca jedne rude prevuče tanka kora koje druge rude, onda ova kora tvori pseudomorfozu, koja se zove okorina. Na nutarnjoj se strani kore vidi savršen otisak lečana oblika, no i na vanjskoj strani je taj oblik vrlo često dobro izražen.

Ako tvar prvotnog leca ma na koji način iščezne, pa se cijeli prostor pod stvorenom korom ispuni novom rudom, onda nastaje pseudomorfoza, koja se zove popunak.

Pretvorine postaju onda, ako se ledac tako tvarno promijeni, da postane nova ruda, no da pridrži prvotni lečani oblik. Tako se na pr. leci pirita pretvaraju u gnjedu željeznu rudaču, koja pridrži oblik pirita.

Takve pretvorine, gdje ledac niti je što tvarno dobio niti izgubio, nego gdje se promijenio samo poredaj najmanjih tvarnih čestica, kao što to biva kod dimorfnih ruda (na pr. sumpora), zovu se paramorfoze.[2])

Ovakvo pretvaranje ruda u zemaljskoj kori obična je pojava. Pretvorine postaju svuda i uvijek, a stvara ih u prvom redu voda sa svojim otopinama, pri čem ona često i iz otopina stvara nove rude.

d) Drugotni oblici.

Oni oblici, koji nijesu prvotni, nego koji su tek po vremenu postali uplivom vanjskih sila, nazivlju se drugotnim oblicima. Takvi su oblici postali uplivom mehaničkih ili kemijskih sila.

Među drugotne oblike ubrajamo kalotine (str. 35), kršje, pijesak, prah, šljunak, koji postaje gibanjem i kotrljanjem u vodi, za tim izlizane i isprane oblike, koji su postali mehaničkim i kemijskim uplivom vode itd.

[1]) gr. pseudo, lažem, lažni oblici. [2]) gr. para, pre; preobrazba.

B. MINERALNA FIZIKA.

Fizikalna svojstva ruda.

Među fizikalna svojstva ubrajamo: spojnost, kalavost, tvrdoću, gustoću, odnosnu težinu; za tim optička svojstva i to: dvolom, polarizaciju, pleohroizam[1]), razna svjetlucanja, boju rude, sjaj i crt, te napokon magnetska, električna i termijska[2]) svojstva ruda. Najveći dio tih svojstava stoji u veoma zanimivom skladu sa simetrijom obličja svake pojedine rude. Na to se još nadovezuju fizikalno-fiziološka svojstva okusa, njuha i opipa.

Spojnost nazivljemo ono svojstvo ruda, koje se očituje, kada rudu paramo, režemo, lomimo, previjamo itd., te koje pokazuje, kako se najmanje tvarne čestice među sobom drže. Po tom razlikujemo rastežljive, kovke, meke, krke, pružive i gipke rude.

Za nakupine velimo, da su tvrde, prke, zemljaste, drobljive itd.

Kalavost je ono svojstvo ledaca, koje se u tom očituje, što se leci u jednom pravcu ili u više stalnih pravaca u ravnim plohama, koje odgovaraju simetriji leca, dadu cijepati i kalati. U pravcu, koji stoji okomito na pravac kalavosti, drže se čestice najslabije. Kalotine (ploha kalavosti) jednog istog pravca istoga su svojstva. Takovu plohu možemo otkalati na svakom mjestu leca, gdjegod nas volja.

Kalotine od dva ili više pravaca mogu biti jednakih ili nejednakih svojstava, kako to već zahtijeva simetrija leca. Oni oblici, koji se kalanjem dobiju, nazivlju se iscjepine. Svaku iscjepinu možemo po obliku uvrstiti u onaj lečani niz, u kom se nalazi onaj ledac, od koga su iscjepine iskalane. Iscjepine predočuju jednovite ili složene oblike, prama tomu, da li su raznovrsne kalotine jednake ili različite savršenosti. Iscjepine se razlikuju od lečanih oblika jedino tim, što im oblik nije prvotan. Iscjepine se mogu dobiti kidanjem, lupanjem ili razbijanjem.

Kalavost je bitno fizikalno svojstvo uleđene tvari. Kalavost se očituje uvijek jednako kod svih individuuma iste vrste, pa ma vanjski oblik tih individuuma bio pravilan ili nepravilan.

Savršeno se kalaju:

1. U teseralnom sustavu: slankamen smjerom $\infty O\infty$, olovni sjajnik smjerom $\infty O\infty$, fluorit smjerom O, tutijin blistavac smjerom ∞O, dakle u 3, 4 i 6 smjerova.
2. u tetragonskom sustavu: rutil smjerom ∞P;
3. u rompskom sustavu: barit smjerom $\infty \breve{P}\infty$, manje savršeno smjerom $\breve{P}\infty$, topaz smjerom oP, antimonit smjerom $\infty \breve{P}\infty$, anhidrit smjerom $\infty \bar{P}\infty$ i $\infty \breve{P}\infty$, manje savršeno smjerom oP;

[1]) gr. pleon, više; chroma, boja. [2]) gr. thermos, topao.

4. u monoklinskom sustavu: sadra smjerom ∞P∞, ortoklas smjerom oP i ∞P∞, tinjac smjerom oP;

5. u triklinskom sustavu: albit, oligoklas i labradorit smjerom oP i ∞P∞;

6. u heksagonskom sustavu; vapnenac, dolomit, ociljevac smjerom R, berilj smjerom oP.

Lom. Ako kidamo kalavu rudu u pravcu, u kom se ona ne kala, ili ako razbijamo rudu, koja se u opće ne kala, onda se ona trga nepravilno, ona se lomi. Lom može biti ljušturast, ravan, neravan, hrapav, zemljast itd.

Tvrdoća. Tvrdoća je ona sila, kojom se ruda opire tijelu, koje ju para. Da se tvrdoća raznih ruda svede na jednu mjeru, odabrao je Mohs god. 1820. deset ruda i stvorio ljestvicu tvrdoće.

1. Milovka.
2. Slankamen.
3. Vapnenac
4. Fluorit.
5. Apatit.
6. Ortoklas.
7. Kremen.
8. Topaz.
9. Korund.
10. Dijamant.

Svaka ruda višega stupnja veće je tvrdoće od one pred njom, tako da se njenim šiljatim komadima dade svaka prednja ruda parati. Ako jednako velike komade istoga oblika od različnih ruda pilom istom silom stružemo, to je ona ruda tvrda, koja viši glas daje, koja se više opire, te s koje se manje praha dade ostrugati.

Na jednom istom lecu su lečane plohe tvrđe nego otkalane ili nabrušene plohe. Rude, kojima je tvrdoća veća od 6, a imadu oštre bridove, daju iskre, ako ih ocilom krešemo.

Gustoća. Onaj broj, koji nam kaže, koliko puta je težina neke rude veća od isto tako velike množine vode, zove se gustoća rude.

Po Arhimedovu zakonu (Archimedes god. 250. pr. Krista) izgubi svako tijelo ako ga u vodu zaronimo, toliko od svoje težine, koliko teži onaj objam vode, što ga je tijelo izrinulo, pa se po tom zakonu opredjeljuje gustoća ruda. Apsolutna težina rude se podijeli gubitkom težine u vodi i to daje gustoću rude. Za točna mjerenja uzme se destilovana voda od 4° C.

Za određivanje gustoće uzimlju: hidrostatsku vagu, Jollyevu vagu na pero (1865.), piknometar[1]) i utezni areometar[2]).

[1]) gr. pyknos, gust. [2]) gr. araios, rijedak; jer su areometre s početka samo za tekućine upotrebljavali.

Teške su kovine najgušće rude. U čistom stanju je gustoća: platine 21·5, zlata 19·3, žive 13·6, olova 11·4, srebra 10·5, bizmuta 9·8, bakra 8·9, željeza 7·8, antimona 6·7, arsena 5·7.

Specifična ili odnosna težina neke rude je težina stanovita objama, koji se uzme kao jedinica.

Ako se za prispodobu za različne rude uzme kao jedinica objama kubični centimetar, to su onda brojevi za odnosnu težinu i za gustoću jedni isti.

Kubični centimetar kemijski čiste vode težak je pri 4° C. 1 gram.

Prozirnost. Za bistre rude, kroz koje možemo pročitati kakovo pismo, kažemo da su prozirne. Puno bojadisane rude mogu u debelim komadima biti neprozirne, dok su u tankim pločicama prozirne. Mutne rude (na pr. kalcedon) su providne. Za rude kovnoga sjaja (kovine, pakovine i sjajnici), ako i u najtanjim pločicama ne propuštaju nikakva svijetla, velimo da su neprovidne.

Tanki listići od kovina, kako ih dobivamo n. pr. pri kovanju zlata i srebra ili kemijskim i galvanskim taloženjem, bivaju providni zlatno-žutom bojom.

Dvolom i polarizacija svijetla. Prozirni teseralni leci i sve prozirne bezlike rude lome trak svijetla, koji kose upada, samo jedamput kao i staklo. Jednolomne ove rude pokazuju taj jednostavni lom svijetla u svim smjerovima. Leci svih ostalih sustava imadu pako samo jedan ili dva smjera, u kojima se svijetlo jedamput lomi, u svakom drugom smjeru se prolazeći trak svijetla rastavlja u dva traka. Dvostruko ovo lamanje svijetla ili dvolom nalazi se kod svih jednoosnih ledaca.

Dvostruko lamanje svijetla otkrio je najprije Danac E. Bartholin, pa ga opisao u djelu »Experimenta Crystalli Islandici 1670.«.

Oni pravci, u kojima dvolomne rude samo jedamput svijetlo lome, zovu se optičke osi[1]). Leci tetragonskog i heksagonskog sustava su optički jednoosni; optička os ide kod njih smjerom glavne kristalografske osi. Leci rompskog, monoklinskog i triklinskog sustava su optički dvoosni.

Kod rompskih ledaca leže optičke osi u jednoj od one tri ravnine, u kojoj leže lečane osi i to tako, da jedan kut, što ga optičke osi tvore, raspolavlja jedna lečana os, a drugi kut druga lečana os.

Kod monoklinskih ledaca leže optičke osi ili u klinodijagonalnom glavnom prerezu ili u ravnini, koja leži na tom prerezu okomito n. pr. pravcem oP ili pravcem dome.

Kod triklinskih ledaca ne da se izreći nikakvo općenito pravilo za položaj optičkih osi.

Dvostruko lamanje svijetla dade se najljepše vidjeti na islandskom dvolomcu. Ako se iskalan romboedar stavi jednom plohom na papir, na

[1]) Optičke osi nijesu pojedine crte, nego je to neizmjerna množina paralelnih smjerova, tako da svaki najmanji dio leca imade svoje optičke osi.

kom je načinjena točka, to se mjesto jedne vide dvije točke. Ako se na takvom romboedru nabruse osnovni pinakoidi (oR), pa se romboedar postavi plohom pinakoida na točku, to ćemo tu točku vidjeti, ako je motrimo pravcem glavne osi, dakle i pravcem optičke osi, samo jedamput.

Dvostruko lamanje svijetla možemo prostim okom vidjeti i na drugim prozirnim lecima, ako imaju dvije plohe, koje se nalaze prama optičkim osima i međusobno u nekom stanovitom položaju.

Takve plohe mogu biti ili naravne lečane plohe, na pr. plohe prizme na prozircu, ili brušene plohe dragoga kamenja.

Kroz ovakove dvije nagnute plohe vidi se vrh od plamena dvostruko. Na taj način istraživao je Haidinger god. 1857. veliki brušeni dragulj Dupoisatov, koji su za diamant držali, pa je našao, da on lomi svijetlo dva puta i opredijelio ga kao topaz.

Najobičniji i najjednostavniji način, kojim se možemo uvjeriti, da li je ruda dvolomna, jest onaj, ako je istražujemo u polarizovanu svijetlu.

Sve prozirne dvolomne rude imadu to svojstvo, da svijetlo, što kroz njih prolazi i dvostruko se lomi, na poseban način promijene, t. j. da ga polarizuju. Polarizacija se istražuje posebnim spravama, spravama naime za polarizaciju ili polariskopima[1]).

Louis Malus otkrio je godine 1808. polarizaciju svijetla i upotrijebio je pri istraživanju dvolomnih tjelesa.

Najjednostavniji polariskop, što ga u mineralogiji upotrebljavaju, jesu turmalinove kliješte.

Seebeck (1813.) i Biot (1814.) su prvi turmalinovim klještama istraživali.

Turmalinove kliješte sastoje od dvije prozirne turmalinove ploče, koje su brušene paralelno s glavnom osju. Svaka ploča je uklopljena u prsten, koji se dade okretati, a jedan prsten dade se uz drugi lako pritisnuti perom, koje ima oblik kliješta. Ako glavne osi ploča stoje paralelno, onda ćemo kroz njih vidjeti svijetlo, a tmicu, ako im glavne osi stoje međusobno okomito (unakrsteno).

Ako unakrstimo turmalinove ploče, da potamne, pa među ploče umetnemo jednolomnu rudu, onda će ostati vidno polje tamno. Ako ruda svijetlo dva puta lomi, onda će vidno polje samo u stanovitim položajima ostati tamno, dok će se u svim drugim rasvijetliti.

Kao polariskopi rabe: Nikolove prizme (1828); Nörrenbergov aparat (1830); andaluzitne kliješte (Marx 1826); Herapathove kliješte, koje je napravio Herapath (1853) od ploča umjetnog leca sumporno-kisela jodkinina.

[1]) gr skopeo, [illegible] istražujem.

Pleohroizam.[1]) Nekoje prozirne ili poluprozirne uleđene dvolomne rude pokazuju u raznim pravcima u prolazećem svijetlu različne boje. To svojstvo zovemo pleohroizam.

Ova raznoličnost je takva, da se pokazuju različni stupnjevi jedne boje ili upravo različne boje.

Rude tetragonskoga i heksagonskoga sustava mogu pokazivati dvobojnost ili dihroizam, pa se zovu onda dihromatske kao na pr. turmalin, korund itd. Smjerom glavne oši i onda okomito na taj pravac pokazuju se tu dvije stanovite boje (osne boje). U svakom drugom pravcu, koji nije ni okomit ni usporedan s glavnom osju, vidi se boja, koja je složena od one dvije osne boje.

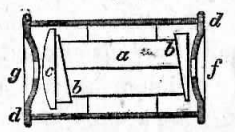
Trihroizam ili trobojnost mogu pokazivati samo leci rompskog, monoklinskog i triklinskog sustava i to u tri među sobom okomita smjera. Kod rompskih ledaca su ti smjerovi usporedni s kristalografskim osima.

Trihromatski leci su: dihroit, andaluzit, vivianit, amfibol, epidot itd.

Cordier je prvi otkrio (1809.) dihroizam na rudi, koju je nazvao dihroit. Kasnije se pronašlo (J. Hershel 1820.), da je dihroit trobojan.

Veoma zgodnu spravu za istraživanje pleohromatskih ruda priredio je godine 1884. Haidinger[2]) takozvani dihroskop. On sastoji (sl. 144.) od duge iscjepine dvolomca *a*. Na oba kraja prilijepljene su prizme od stakla *b*, da svijetlo može okomito upadati i izlaziti. Kao okular služi leća *c*. Ako se gleda kroz okrugli otvor *g*, onda se vidi protivni četverouglasti otvor *f* povećan i dvostruk.

Sl. 144.



Ako želimo iztraživati pleohroizam koje uleđene rude, onda nam valja staviti rudu pred četverouglasti otvor *f*, pa je kroz *g* u prolazećem svijetlu motriti. Kada rudu zgodno namjestimo, onda će obje slike biti različno bojadisane.

Svjetlucanje ruda, irizacija, fosforescencija i fluorescencija. Dragi opal pokazuje poznato lijepo prelijevanje boja. Šareno svjetlucanje pokazuje labrador. Mjesečnjak, jedna vrsta ortoklasa, svjetluca modrušasto. Posebnu vrstu svjetlucanja nalazimo na avanturinu. Jedna se vrsta kremena, macino oko, ako se ispupčeno nabrusi, prelijeva osobitim svijetlom. Ako ruda tako svjetluca, da se na njoj vide boje duge, onda velimo, da irizuje. Taj pojav potječe kod prozirnih ruda od tankoga sloja zraka, koji je uljegao u pukotine i raskoline.

[1]) gr. pleos, više; gr. chroma, boja. [2]) Wilhelm Haidinger (1795—1851), od 1849. do 1866. ravnatelj geološkoga zavoda u Beču.

Neke se rude svjetlucaju, ako ih grijemo ili udaramo, a to svjetlucanje nazivlje se fosforescencija. Neke vrste fluorita svijetle, ako ih ugrijemo. Smeđi se tutijin blistavac od Kapnika, zatim wollastonit i gdjekoji dolomiti svjetlucaju, ako ih u tmici ribamo ili tučemo, upravo tako, kao što slador svijetli, ako ga u tmici razbijamo. Isto takvo svjetlucanje zapazit ćemo, ako taremo kremen o kremen, ili ako ploče tinjca naglo rastrgnemo.

Neke vrste engleskoga fluorita pokazuju drugu boju u prolaznom, a drugu boju u odraženom svjetlu. To svojstvo nazivljemo fluorescencija.

Boja i šara ruda. Ona boja, koja nam se pokazuje u prolaznom i odraženom svijetlu bez obzira na sjaj, nazivlje se bojom rude. Pri tom razlikujemo kovne i nekovne boje. Mnoge rude imadu svoju stalnu boju tako, da je ta boja karakteristična za dotičnu vrstu (kovine, malahit, rumenica itd.). Druge rude opet znadu imati razne boje (kremen, fluorit, vapnenac itd.).

Neke rude nijesu uvijek skroz jednako bojadisane, nego bivaju različno išarane. Vide se više puta šare drvolike, pjegaste, kao podrtina, kao vrpca i mahovine.

Boja u ruda nije uvijek nepromjenljiva. Ona se na površini mijenja, a ruda postaje onda jednom ili raznim bojama kao nahukana.

Srebro, arsen itd. bivaju više puta crno nahukani, a šareno nahukan biva antimonov sjajnik, gnjedača, željezni sjajnik, bakrena pakovina, bizmut itd.

Sjajem nazivljemo odsjev svijetla s površja rude bez obzira na boju. Mi razlikujemo kovni i nekovni sjaj. Nekovni sjaj može biti: alemov (dijamant, gdjekoji tutijin blistavac), stakleni (prozirac, berilj, dvolomac), masni (prosti kremen, sumpor, smolinac), biserni (adular, sadra, dolomit) itd.

Rude kovna lica su neprozirne, imadu kovne boje i kovni sjaj.

Crt. Boja i sjaj onoga praha, što ga s rude ostružemo, nazivljemo crtom. Crt se najjednostavnije tako istražuje, ako rudu taremo na postakljenom porculanu ili na finoj pili. Crt je kod mnogih ruda važno svojstvo.

Kovine imadu crt istoga sjaja i iste boje; rudače i sjajnici, koji su pogledom nalični kovinama, imadu mrk crt bez sjaja; magnetit i pirit imadu crn crt itd. Rude promjenljive boje imadu bijel ili sivkasto bijel crt.

Magnetičnost imadu neke rude, u kojima ima željeza. Njihova magnetična sila očituje se u tome, što privlače (paramagnetičnost) magnetnu iglu. Gdjekoje vrste magnetita su polarno magnetične t. j. pravi magneti, one privlače i odbijaju magnetnu iglu. Takvi magnetiti privlače željeznu pilotinu. Ako obadva pola kojeg jakog magneta odbijaju rudu, onda se takva ruda zove dijamagnetična, kao što na pr. bizmut.

Munjina se kod nekih ruda javlja trenjem (jantar, kremen), pritiskom (dvolomac) ili grijanjem (turmalin).

Pogledom na **toplinu** spomenuti je, da je većina ruda dobar vodič topline. Promjene, koje se na rudi pri grijanju javljaju, njihova laglja i teža rastaljivost, više puta su tako važna svojstva, da ih možemo pri raspoznavanju ruda upotrijebiti.

Na **okus** djeluju mnoge rude, koje se u pljuvački i u vodi dadu rastopiti. Svojstva okusa često se mogu upotrijebiti pri raspoznavanju ruda kao na pr. kod slankamena, salitre, nišadora itd.

Mirisom se neke rude od naravi odlikuju, druge ga opet pokazuju tek grijanjem, udaranjem ili jakim struganjem, kao na pr. arsen, sumpor, pirit, jantar, ugljen.

I na **opip** ne djeluju sve rude jednako. Jedne su masna opipa (masnik, grafit), a druge opet (kreda) mršava ili hrapava opipa. Dobri vodiči topline hladnijega su opipa nego loši vodiči.

Po tome možemo lako raspoznati prave dragulje od umjetnih staklenih dragulja, jer su pravi dragulji dobri vodiči topline, a stakleni zli, pa su oni hladnijega, a ovi toplijega opipa.

C. MINERALNA KEMIJA.

Kako se opredjeljuje kemijski sastav pojedinih ruda, pa kojim se reakcijama raspoznaju pojedine slučenine, to uči posebna znanost, koja se zove kemija.

Sve su rude ili počela ili kemijski spojevi.

U slijedećoj tabeli poredano je što preglednije 65 počela.[1])

Kovine se odlikuju svojom neprozirnošću, posebnim kovnim sjajem, kovnom bojom, dobrim provođenjem topline i munjine. Kovine spojene s kisikom tvore bazične spojeve ili osnove.

Teške kovine jesu sve one, kojima je gustoća veća od 5. One rude, koje imadu u svojoj slučenini teške kovine kao glavnu sastavinu, zovu se rudače.

Drage kovine su takve teške kovine, koje se na zraku ne okisuju, a iz njihovih spojeva s kisikom može se već jednostavnim žarenjem kisik istjerati (reducirati).

Pojedini se sastavni dijelovi ruda istražuju ili na mokrom ili na suhom pomoću nekih reagencija. Pri suhom se istraživanju ruda ili

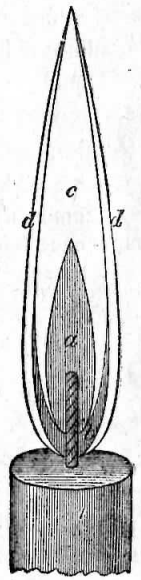
[1]) Atomna težina po »Internacionalnoj tablici atomnih težina za 1913.« Brojevi, što označuju gustoću, odnose se ponajviše na toplotu od 0° C. Gustoća plinovitih počela odnosi se na atmosferski zrak. Litra (kubični decimetar) suha atmosferskoga zraka ima uz 0° C i uz normalni barometrijski tlak od 760 *mm* u geografskoj širini Berlina težinu od 1·293635 grama, t. j. $^1/_{773}$ od težine vode.

Počela	Znak	Atomna težina	Gustoća
A. Nekovna počela.			
Vodik (Hydrogenium)	H	1·008	0·0693
Kisik (Oxygenium)	O	16·00	1·1056
Sumpor (romb.) (Sulfur)	S	32·07	2·05
Selen	Se	79·20	4·5
Telur	Te	127·50	6·24
Solik (tekuć) (Chlor)	Cl	35·46	2·4502
Brom (tekuć)	Br	79·92	2.1872
Jod	J	126·92	4·95
Fluor	F	19·00	—
Dušik (Nitrogenium)	N	14·01	0·9713
Fosfor (Phosphor)	P	31·04	1·83
Bor	B	11·00	2·68
Kremik (Silicium)	Si	28·30	2·49
Ugljik (Carbonium)	C	12·00	3·52 dijamant; 2·25 grafit
B. Kovna počela.			
1. Lake kovine.			
Kalij (pepelik)	K	39·10	0·86
Rubidium	Rb	85·45	1·52
Cäsium	Cs	132·81	—
Natrium (sodik)	Na	23·00	0·97
Lithium	Li	6·94	0·59
Barium	Ba	137·37	—
Strontium	Sr	87·63	2·54
Calcium (vapnik)	Ca	40·07	1·57
Magnesium	Mg	24·32	1·74
Aluminium (glinik)	Al	27·10	2·56
Beryllium	Be	9·10	2·1
Zirkonium	Zr	90·60	4·15
Ytrium	Y	89·00	—
Erbium	Er	167·70	—
Thorium	Th	232·40	7·68
Lanthan	La	139·00	—
Didym	Di	145·00	—
Cer	Ce	140·25	—
Terbium	Tb	159·20	—
2. Teške kovine.			
a) Proste kovine.			
Kobalt (Cobaltum)	Co	58·97	8·5
Nikalj	Ni	58·68	8·8
Željezo (Ferrum)	Fe	55·84	7·8
Mangan	Mn	54·93	7·2
Uran	U	238·50	18·4
Chrom	Cr	52·00	6·9
Tutija (Zink)	Zn	65·37	7·15
Gallium	Ga	69·90	—
Cadmium	Cd	112·40	8·65
Indium	In	114·80	7·42
Olovo (Plumbum)	Pb	207·10	11·38
Thalium	Tl	204·00	11·86
Bakar (Cuprum)	Cu	63·57	8·9
Bizmut	Bi	208·00	9·82
Antimon (Stibium)	Sb	120·20	6·7
Arsen	As	74·96	5·67
Vanadin	V	51·00	5·5
Molybdän	Mo	96·00	8·6
Wolfram	W	184·00	19·13
Cin (kositar) (Stannum)	Sn	119·00	7·29
Titan	Ti	48·10	5·3
Tantal	Ta	181·50	10·8
Niobium	Nb	93·50	6·4
b) Drage kovine.			
Živa (Hydrargyrum)	Hg	200·60	13.59
Srebro (Argentum)	Ag	107·88	10·5
Zlato (Aurum)	Au	197·20	19·3
Platina	Pt	195·20	21·46
Palladium	Pd	106·70	11·8
Rhodium	Rh	102·90	12·1
Iridium	Ir	193·10	11·3
Ruthenium	Ru	101·7	22·40
Osmium	Os	190·90	22·47

sama za sebe ili s reagencijama žari, pa se onda opredjeljuje po promjenama, što se pri tom pokazuju. U tu svrhu upotrebljava se puhaljka. To je cijev, koja ima na zavinutom kraju fin otvor, kroz koji se puše zrak u plamen i u njem stvara znatna toplina.

Uz malenu vježbu lako se dođe do potpune vještine u puhanju na puhaljku. Glavna je stvar pri tomu, da čovjek diše na nos, pa da zrak, koji se skuplja u usnoj šupljini, bez prekidanja puše u plamen. Najjednostavnije je, ako u to ime upotrebljavamo plamen od stearinske svijeće. Unutrašnji, tamni dio plamena *a* (sl. 145.) sastoji od neizgorenih plinova; u svijetlećem ovoju *c* nalazi se užaren ugljik, koji u vanjskom, modrušastom ovoju *d* izgara. U vanjskom ovoju *d* i u šiljku ima plamen najveću toplinu. Puhanjem se izgaranje pospješuje i toplina znatno povisuje.

Sl. 145.



Ruda, koja se iztražuje, postavi se ili na ugljen ili se uhvati platinenim kliještama (kadšto i platinenom žicom). Kada se pri puhanju stavi šiljak puhaljke u sredinu plamena, a ruda drži u krajnom šiljku povaljena plamena, onda se ruda okisuje (oksiduje) t. j. ruda se spaja sa kisikom, koji u obilju dotječe. No ako pri puhanju stavimo puhaljku tik pred plamen, a rudu držimo u svijetlećem dijelu plamena, onda se ona otkisuje (redukuje) t. j. užarene čestice ugljika oduzimaju rudi kisik, te izgaraju u ugljičnu kiselinu.

Za istraživanje se uzimaju od rude sitne krhotine ili se ruda u prah satare. Prah se priređuje na čeličnoj ploči ili u malenoj čeličnoj stupi ili u ahatnoj zdjelici. Ako se ruda pri grijanju raspuktava, onda ju valja satrti u fin prah i taj vodom nakvasiti, da se kao kaša drži. Neke tvari bojadišu plamen pred puhaljkom; tako ga natrij bojadiše žuto, kalij modrušasto itd. pa se po tome može odrediti nazočnost nekih tvari u rudi. Bojadisanje plamena opaža se često samo u modrom najtoplijem dijelu ili na vršku plamena. — Taljivost ruda je vrlo različna. Tako se n. pr. antimonit tali, ako uzmemo krupne krhotine, u najtoplijem dijelu plamena i bez puhaljke, dok se s pomoću puhaljke tali almandin (granat) u krupnijim komadima, aktinolit (amfibol) u sitnim, a ortoklas u najfinijim krhotinama. Katkad se istražuje ruda u cijevi, koja je na oba kraja otvorena i u sredini zavinuta, ili koja je na jednom kraju napuhnuta u krugljicu. Kao sredstvo, koje pospješuje rastaljivanje, upotrebljava se burača (natrijev borat) i fosforna sol (natrijev i amonijev fosfat). U to ime se vršak žice od platine savine u maleno uho, kojim se zahvati potrebita sol, da se na plamenu stali u »biserku«. Na biserku se dade nešto praha od rude, koju istražujemo. S pomoću puhaljke se sada taj prah u biserci rastali. Kao sredstvo za redukciju, da se kisik odstrani, upotrebljavaju kemijski čistu sodu (natrijev karbonat) i staniol (kositar).

Kao što tvore lečani oblici, tako tvori i kemijski sastav bitno svojstvo rude.

One rude, koje su jednako kemijski sastavljene, ali imadu različit oblik i različna fizikalna svojstva, tako da tvore različite vrste,

zovu se dimorfne ili trimorfne prama tomu, da li je ta razlika dvovrsna ili trovrsna.

Kod počelâ nazivljemo ovo svojstvo alotropija.

Dimorfne rude su na pr. vapnikov karbonat (vapnenac i aragonit), dvosumporno željezo (pirit i markazit) itd. trimorfne su: ugljik (dijamant, grafit, čađa) itd.

Rude, koje uz različit no analogni kemijski sastav imadu jednake ili dosta slične lečane oblike, zovu se izomorfne.[1]) Sam taj snošaj zove se izomorfizam.

Svi leci teseralnoga sustava po svom su obliku izomorfni. Uz raznovrsni kemijski sastav smatraju se ipak samo one rude teseralnog sustava izomorfnima, koje imadu jednak značaj kombinacije[2]) i bar jednaku kalavost. Kod tetragonskih i heksagonskih ledaca moraju izomorfni oblici imati slične ili bar približno slične temeljne oblike. U tom slučaju možemo i u njihovu kemijskom sastavu naći neku sličnost ili stanovitu pravilnost.

Počela ili kemijski spojevi sličnih (analognih), izomorfnih sučenina mogu se ma u kojoj množini zamijeniti, da se tim ni najmanje ne promijeni njihov lečani izomorfizam. Takva počela ili kemijski spojevi zovu se vikarirajući.[3])

Izomorfni su: korund i hematit; ociljevac, smithsonit, magnezit, dolomit i vapnenac; barit i celestin; aragonit, bijeli olovnjak, vitherit i stroncijanit itd.

II. ODSJEK.

SISTEMATIKA I FIZIOGRAFIJA.[4])

Zadaća sistematike je, da pregledno skupi i razredi rude u veće i manje hrpe. Najmanju hrpu, na kojoj se sistematika osniva, tvori vrsta.

Sve one rude, koje se slažu u bitnim svojstvima (oblik, fizikalna i kemijska svojstva), sačinjavaju jednu vrstu.

Svi različiti lečani oblici jedne iste vrste dadu se od istoga temeljnog oblika izvesti, s toga svi ti oblici tvore jedan lečani niz. Ako se pojedine rude jedne iste vrste odlikuju posebnim slučajnim i nebitnim svojstvima, onda ih nazivljemo odlikama.

Vrste se po svojoj srodnosti skupljaju u veće hrpe, a te se opet slažu u razrede, a razredi opet u redove.

Razredba ruda može biti vrlo različita prama tomu, kolika i kakva se važnost daje na morfološka, fizikalna i kemijska svojstva ruda. Sve su razredbe ruda umjetne razredbe. Razredba ruda u ovoj knjizi osnovana je poglavito na kemijskim svojstvima ruda.

Opisivanje pojedinih vrsta ruda zadaća je fiziografije. Ona će biti prama većoj ili manjoj važnosti pojedinih ruda sad opširnija, sad kraća.

[1]) gr. isos, jednak. [2]) Da su potpuni likovi ili da su istovrsni polulici. [3]) lat. vicarius, zamjenjujući. [4]) gr. physis, narav, svojstvo.

I. RED. POČELA.

1. razred. Nekovna počela.

Dijamant[1]) (alem).

Dijamant se ledi teseralno: najglavniji su mu likovi: oktaedar (prednjo-indijski leci), rompski dodekaedar (brazilski leci), triakisoktaedar (kaplandski leci), tetrakisheksaedar (uralski leci) i heksakisoktaedar, koji je često sa spomenutim oblicima složen. On se često nalazi u dvojcima (smjerom plohe oktaedra), pa i gromadast. Plohe su oktaedra obično ravne glatke, dok su druge plohe obično pupčaste, tako da su leci često kruglasta oblika.

Dijamant se savršeno kala smjerom oktaedra, što je pri brušenju od velike vrijednosti. On je najtvrđe tijelo u rudstvu[2]); tvrdoća mu je 10, a gustoća 3·5. Ima ga bez boje, a i bojadisana. Okrugljasti komadi tamnih, crnih dijamanata, što ih osobito u Braziliji nalaze, zovu se »karbonados«, a upotrebljavaju ih ponajviše samo u obrtu. Nečisti dijamanti taru se u prah, pa se tim prahom bruse dijamanti i drugi dragulji.

Glatke plohe na dijamantu imadu vrlo oštar sjaj (alemov sjaj), hrapave plohe imadu polukovni sjaj. Dijamant lomi svijetlo jedamput, ali ga lomi jače nego druge rude. Eksponent loma mu je nešto preko 2·4, radi toga on jako raspršuje svijetlo, te daje zgodno izbrušenom kamenu osobito lijepo svjetlucanje. Dijamant ne vodi munjine, ali trenjem postaje munjevit. Ako neko vrijeme stoji na svijetlu, onda u tmici svjetluca (fosforescencija od insolencije).

Dijamant se sastoji od čistoga ugljika.[3]) Na njega ne djeluje nijedna kiselina. Ako ga žarimo bez pristupa zraka, onda postane grafitu naličan, dok uz pristup zraka jasno svijetli i izgara u ugljikov dvokis, a pri tome ne vidimo nikakve promjene.[4])

Dijamanti se nalaze u naplavljenoj zemlji, obično uz zlato i platinu, pa se tude kupe ispiranjem i odabiranjem.

Najstarije poznate dijamantne poljane nalaze se u prednjoj Indiji, na istočnoj strani dekanske visočine, te na Borneu. God. 1725. počeše dovoziti dijamante iz Brazilije. Nađoše ih tude ne samo u naplavljenoj zemlji, nego i urasle u kremenastom kamenu, itakolumitu, gdje su godine 1839. otvorili rudnik, u kom su međutim za nekoliko godina prestali raditi.

[1]) gr. adamas, nepobjediv. [2]) Tetragonski uleđeni bor, što su ga ponajprije Wöhler i Deville god. 1857. staljivanjem borove kiseline i aluminija proizveli, tvdi je još od dijamanta. [3]) Ugljik je alotropsko počelo (v. str. 44.). [4]) Pokuse pravio je G. Rose god. 1872.

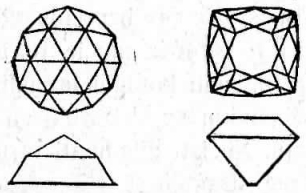
U Braziliji nalaze mnogo dijamanata, ali većinom malenih. U Bahiji nalaze karbonadose do 100 karata. Najglavnije tržište za brazilske dijamante je grad Dijamantina u pokrajini Matto Grosso.

U 19. stoljeću nađoše dijamante na Uralu (1829.), u sjevernoj Americi (1845.), u Australiji (od 1860.) i u Kaplandu (1867.). Najznamenitije nalazište je svakako Kapland (sl. 148.).

Dijamant upotrebljavaju kao uresni kamen, za brušenje dragog kamenja, nečiste vrste za rezanje stakla, za sprave, kojima se pećine buše itd.

Marmaroški dijamant je uleđeni kremen prozirac; matura-dijamanti su s Cejlona bijelo užareni cirkoni.

Sl. 146. Sl. 147.



(10 karata) Ružica. (10 karata) Briljant.

(Pogled sa strane i odozgor.)

Dijamante za ures bruse (sl. 146. i 147.) kao ružice (od god. 1520.) i kao briljante[1]) (od 1660.) Dijamanti i drugo drago kamenje mjere se po karatima[2]). Vrijednost mu se još uvijek računa po starom indijskom načinu: vrijednost jednog karata se umnoži s četvorinom broja karata. Glasoviti dijamanti su slijedeći:

Kohinûr (brijeg svijetla) potječe iz Indije, a god. 1850. postade svojina engleske kraljice. On je vagao 186 karata, te je bio nepravilno izbrušen. God. 1852. izbrusiše ga u Amsterdamu kao briljant, pa sada važe 106$^{1}/_{16}$ karata.

Pitt ili regent je svojina francuske republike, a potječe iz Indije. Najčišće je vode, a brušen kao briljant. Težak je sada 136¾, dok je s početka vagao 410 karata. Cijene ga na 4½ milijuna franaka.

Orlov ili Amsterdamac se nalazi u ruskom žezlu. On potječe iz Indije, gdje je bio usađen kao oko jednomu indijskom božanstvu, dok ga nijesu odatle ukrali. Kasnije došao je on u ruke kneza Orlova, koji ga je onda carici Katarini prodao. On je nepravilno brušen, a važe 194¾ karata. U ruskom carskom blagu nalazi se još i indijski dijamant šah, koji je težak 86 karata.

Austrijska kruna ima žućkasti dijamant, koji je kao dvostruka ružica brušen. On potječe iz Indije i važe 139½ karata. Poznat je pod imenom Florentinac ili Toskanac.

Godine 1853. nađoše u Braziliji dijamant »južnu zvijezdu« od 254½ karata. Izbrusili su ga kao briljant, i sada važe 125 karata.

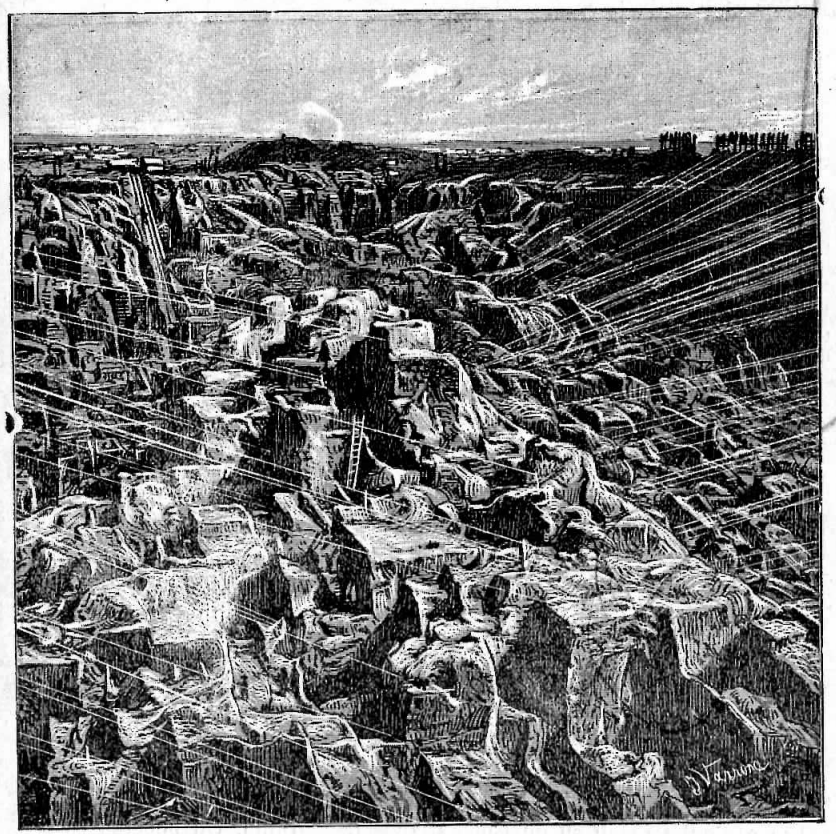
Dijamanti s Kapa su žućkasti, a nalaze ih u znatnoj množini na dijamantnim poljanama oko rijeke Vaal. Na bečkoj izložbi god. 1873. bilo je izloženo 20 modela do onda nađenih kaplandskih dijamanata od 30 do 145 karata težine. Austrijski draguljari »Kobeck i Aegidi« bili su izložili kaplandski dijamant »steward«. On je vagao 288$^{3}/_{8}$ karata, bio je uleđen kao triakisoktaedar, ponešto žute boje,

[1]) Kardinal Mazarin dao je godine 1660. brusiti za Ljudevita XIV. prvih 12 briljanata za francusku krunu. — [2]) 1 bečki karat = 0·206 grama (84·9 karata ide na 1 bečki lot). Dok su prije na svakom važnijem tržištu bili karati nešto drukčiji, uveden je danas u većini država stalan dekadički karatni sistem, koji i kod nas vrijedi.

imao je plitku pukotinu i crne pjege na površini. Cijena mu je bila ubilježena na 875.000 for.

Najveći dijamant, što su ga dosada našli, potječe od Pretorije (g. 1905.) u južnoj Africi, a vagao je prije brušenja 3032 karata = 625 grama. Prozvaše ga Cullinan, a pokloniše engleskom kralju.

Sl. 148.



Dijamantni rovovi kod Kimberley-a na rijeci Vaal u južnoj Africi (po fotografiji). Iskopano kamenje, u kom ima dijamanata, vuče se od rovova po žicama u kablovima do ruba ravna polja, gdje se drobi, ispire i pretražuje.

Grafit.[1])

Grafit je vrlo rijetko kad uleđen, obično se on nalazi u kristalinskim lisnatim i gustim komadima. Obično uzimlju, da se grafit heksagonski ledi.

Nordenskiöld je našao na lecima grafita iz vapnenca u Finlandu, da su oni monoklinski.

[1]) gr. grapho, pišem.

Tvrdoća grafita je 0·5—1; gustoća = 1·9—2·3 prama većoj ili manjoj množini primjesa (željezne pakovine, vapnenca, silikata). Sjaja je kovna, boje tamno sive, opipa je masna, te piše. Crt mu je crne boje i kovna sjaja. Grafit je dobar vodič topline, ne tali se, a izgara vrlo teško.

Grafit sastoji u glavnom od ugljika, a tvori u najstarijem kamenju čitave slojeve ili gnijezda, ili je uprskan u istom kamenju.

Godine 1778. dokazao je Scheele, da grafit nije neka posebna vrsta olova, kao što se dotle mislilo, nego da se on sastoji od ugljika.

Prvi grafit nađoše u Evropi u polovici 16. stoljeća kod Borowdala u Cumberlandu (Engleska). Bio je to vrlo čist grafit (87 postotaka C), no danas su ti rudnici posve iscrpljeni.

Vrlo čista lisnata grafita (99·9 post. C) nalaze se u New-Jersey-u i Kanadi. U velikoj cijeni je također lisnati grafit (99 post. C) sa Cejlona, sitnozrni (87 post. C) švedski grafit iz Angermannlanda, te onda sibirski grafit, što ga je god. 1847. našao jedan sibirski trgovac Alibert. Sitnozrnu ovu vrstu grafita izraduje u olovke W. Faber u Steinu kod Nürnberga. U Sibiriji ima grafita još u guberniji Jenisejskoj, gdje je on gust i dosta čist.

U Njemačkoj nalaze grafita kod Pasave. On se tu pojavljuje uz kaolin u rastrošenom gnajsu, vrlo je nečist, pa ga upotrebljavaju za pravljenje lončića.

U Austriji su najznatnija nalazišta grafita u južnoj Češkoj, Moravskoj, Štajerskoj i donjoj Austriji. U Hrvatskoj ima grafita u Psunju i to u brusilovcu gdje su ga jedno vrijeme i kopali.

Grafita nalaze još u Mehiku, Kaliforniji i u Novom-Seelandu.

Sitnozrne grafite (Cumberlandske, sibirske i bolje austrijske) upotrebljavaju za pravljenje olovaka; lisnate vrste upotrebljavaju za pravljenje lončića, u kojima kovine rastaljuju.

Prve olovke rezali su od Cumberlandskoga grafita. Od početka ovog stoljeća prave umjetne olovke: miješaju grafit s finom glinom u tijesto, koje onda kalupe i peku.

Grafit nadalje upotrebljavaju pri pravljenju glinena posuđa, koje ima u vatri ustrajati; njim mažu željezo (na pr. peći), strojeve itd.

Sumpor.

Naravni sumpor ledi se u rompskom sustavu, i to ponajviše u piramidalnim oblicima (sl. 99.), no ima ga i gromadasta, gomoljasta i rastrešena u kamenju.

Čisti sumpor žute je boje, a na prelomini je masna sjaja. Tvrdoća mu je = 2, gustoća = 2. Raznim primjesinama biva sumpor siv ili smeđ, kao

što je na pr. radobojski sumpor. Ako sumpor držimo u toploj ruci, onda pucketa; upaljen izgara modrušastim plamenom u sumporni dvokis, koji zadušljivo zaudara. Trenjem na suknu postaje negativno munjevan.

Ako rastalimo sumpor, pa ga lagano ohlađujemo, te onda probijemo koru i izlijemo ispod kore još rastaljeni sumpor, to ćemo dobiti smeđe žuti sumpor, koji se monoklinski ledi. On ima manju gustoću, ali je inače u svim drugim svojstvima naravnom sumporu sličan (dimorfizam, str. 44.). Monoklinski leći se naskoro pretvore u nakupinu rompskih sitnih ledaca, t. j. u žuti rompski sumpor pridržavši monoklinski oblik (paramorfoza, vidi str. 34).

Ako smeđi rastaljeni sumpor, koji još teško teče, ulijemo u hladnu vodu to ćemo dobiti krutuljivo tijesto, kojim se mogu otisci praviti i razno kalupiti (bezliki sumpor). Za kratko vrijeme pretvara se i on u krki žuti sumpor.

Ako se sumporne pare naglo ohlade, onda se one pretvore u sitan prah, poznat pod imenom sumporni cvijet.

Prirodni sumpor nalazi se ili sa sadrom, vapnencem, glinom i nekim drugim kamenjem u mlađim naslagama naše zemlje, ili se javlja kao taložina u sumpornim vrelima, te na kraterima nekih vulkana.

Sumpor se dobiva istaljivanjem onog kamenja, u kojem je on uprskan i smiješan; takav sumpor se zove prosti sumpor. Prosti sumpor se destilacijom čisti, rafinira.

Sumpor se još dobiva iz pirita, markazita, te onda kao uzgredni proizvod pri izradjivanju sumpornih rudača.

Najbogatije naslage sumpora nalaze se u Siciliji (Caltanissetta, Girgenti, Catanija), otkle se malo ne cijela Evropa sumporom opskrbljuje; za tim u Španiji blizu Cadixa. Na glasu su sumporne naslage kod Radoboja u Hrvatskoj, gdje ih je god. 1811. slučajno jedan seljak otkrio. Danas stoje u Radoboju rudnici sumpora pusti. Kod Srba u Lici nalaze se među vrstama sadre sitne nakupine lijepa sumpora. Nadalje ima sumpora u Galiciji u blizini Krakova, u Ugarskoj kod Kalinke u rastrošenom vulkanskom kamenju.

Vulkanski sumpor (što nastaje iz sumporovodika i sumporna dvokisa međusobnim rastvaranjem) dobivaju iz Solfatare kod Puzzuoli-a blizu Napulja, na liparskim otocima, u Toskani, na Islandu, Javi itd.

Sumpora, što se taloži u sumpornim vrelima, nalaze u Varaždinskim Toplicama, kod Pystjana u Ugarskoj, kod Achena i Bexa u Švicarskoj. Tu se on stvara oksidacijom sumporovodika.

Sumporovodik i sumpor mogu nastati još i utjecajem gnjilastih organskih tvari na sulfide i sulfate.

Sumpor upotrebljavaju za pravljenje puščanoga praha, sumporne kiseline, za bijeljenje platna, svile, itd., za sumporisanje vina i hmelja, za vulkaniziranje kaučuka, za pravljenje rumenice, ultramarina itd.

2. razred. Kovine.

Ovamo ubrajamo od krkih kovina: antimon, arsen i bizmut, a od kovkih kovina: željezo, bakar, živu, srebro, zlato i platinu.

Kovine: tutija, olovo i kositar, koje su u obrtu važne, javljaju se u prirodi vrlo rijetko samorodne, t. j. kao čiste kovine, nego se nalaze gotovo uvijek u kemijskim spojevima kao rudače.

Kovine, koje se u naravi nalaze samorodne, malene su tvrdoće, velike gustoće (preko 5), kovne boje, kovna sjaja i kovna crta.

a) Krke kovine.

Antimon.

Antimon se javlja samorodan i u rudačama slučen. Boje je bijele, krhak je, pa ako nije čist, to se na zraku žućkasto ili crvenkasto nahuče. Ledi se heksagonski (rijetko jasno), kala se savršeno smjerom oR, te se obično javlja u kristalinskim zrnatim nakupinama. Tvrdoće je 3, a gustoće 6·6—6·7. Tali se pri 425° C. Kada se crveno usija, upali se, te gori bijelim plamenom i razvija gust bijel dim (antimonov oksid). Ako se antimon rastali, onda mu se na površini pokažu kao risarije od zvijezda i paprati.

Samorodna antimona ima u prirodi malo. Nalaze ga kod Allemonta u Dauphinė-i, kod Andreasberga (Harz), Sale u Švedskoj, na Borneu itd.

Gotovo sav antimon, koji dolazi u porabu, dobivaju iz antimonova sjajnika, koji se poglavito nalazi u Ugarskoj, gdje se i najviše antimona proizvodi.

Antimon upotrebljavaju za tiskarska pismena (antimon i olovo), te za različne kemijske, obrtne i ljekarske preparate.

Ime antimon poznato je bilo već u XI. stoljeću. Valentinus pronašao je (1460.), da se taj antimon sastoji od sumpora i jedne kovine, koju poslije prozvaše antimon ili stibium.

Arsen[1] (sičan).

Arsen se nalazi samorodan i u rudačama slučen. Kovni arsen se ledi heksagonski, rijetko u dobro razvijenim lecima, obično ga je naći u kristalinskim zrnatim nakupinama, koje su više puta lopušasta sastava, ili u posve gustim komadima.

Tvrdoća mu je 3·5, a gustoća 5·7—5·8. Boje je olovnato sive, ali se brzo crno nahuče, osobito na vlažnom zraku. Kada ga udaramo, taremo ili grijemo, razvija pare, koje po bijelom luku zaudaraju. Ako se na zraku

[1]) gr. arsenikos, muževan, jak.

ugrije, onda izgara u plinoviti arsenov trioksid. Arsen i njegovi spojevi vrlo su otrovni.

Najstarije vijesti (Aristotel i Teofrast) o arsenu tiču se njegovih spojeva sa sumporom. Kovni arsen spominje Albertus Magnus u 13. stoljeću.

Samorodni arsen nalaze u društvu s kobaltovim rudačama na Harzu (Andreasberg), u sasko-češkom Rudogorju, u Štajerskoj itd.

Mnogo arsena se vadi iz rudača. Od smjese arsena s olovom prave puščano zrnje.

Bizmut.[1])

Bizmut je u prirodi rijedak, te je obično uvijek samorodan. Ledi se heksagonski, obično u nejasnim lecima. Savršeno se kala smjerom oR. On se obično javlja u pletenim i drvolikim nakupinama, no i gromadast i uprskan. Boje je crvenkasto-bijele a uz to je obično šareno nahukan. Bizmut je vrlo podatan, ali nije rastežljiv. Tvrdoće je 2—2·5, gustoće = 9·8. Tali se pri 265° C, te je od svih kovina najviše dijamagnetičan.

Na bizmutu je Faraday god. 1846. najprije otkrio dijamagnetizam. Dijamagnetični su: bizmut, antimon, tutija, kositar itd.; paramagnetični: željezo, nikalj, kobalt itd.

Samorodni bizmut se obično javlja uz pakovine, u kojima ima kobalta i niklja, a nalazi se u Rudogorju (Schneeberg, Joachimsthal), odakle i dolazi najveći dio bizmuta.

Bizmut je poznat od početka 15. stoljeća (Bas. Valentinus), a upotrebljavaju ga za lako rastaljive smjese, te za fizikalne sprave i kemijske svrhe.

b) Kovke kovine.

Željezo.

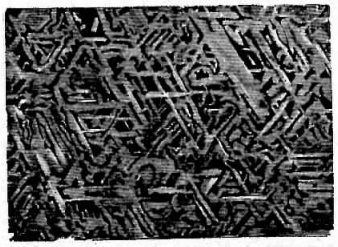
Samorodna željeza ima telurna[2]) i meteorna[3]). Telurno željezo se javlja u zrnju, u listićima i malim komadima uraslo u gdjekojem kamenju, kao n. pr. u bazaltu, ali uvijek u tako malenoj množini, da ono nije u obrtu ni od kakve važnosti. Meteorno željezo potječe iz svemirskih prostorija, te dolazi samo za se u većim komadima, ili uraslo u meteornom kamenju. Željezo se ledi teseralno, oktaedrijski oblici nalaze se kadšto na umjetno pripravljenom željezu.

Komadi meteornoga željeza izvana su obično crni, dok su unutra sive boje. Često ima jasnu heksaedrijsku kalavost; lom mu je ku-

[1]) Wiesmuth, Wiesenmatte, jer se užaren na zraku šareno nahuče, pa nalik cvjetnatoj livadi. [2]) lat. tellus, zemlja. [3]) meteoron, ono, što se u zraku nalazi.

kast, dobro se kuje i rasteže, te djeluje jako na magnetsku iglu. Ono se dade razbijeliti, ali teško teče. Tvrdoće je 4—5 a gustoće 7—7·8. U njem ima primiješana niklja (obično 3—8 postotaka), a gdješto još i grafita, olivina, magnetne pakovine itd.

Sl. 149.



Meteorno željezo od mjesta Toluca u Mexiki.

Ako izbrušene ploče na meteornom željezu izjedamo razrijeđenom dušičnom kiselinom, to se pojave pravilno poredane crte, nazvane Widmanstättenove[1]) figure (sl. 149.).

Na više mjesta nadoše poveće komade samorodna željeza, za koje dokazaše, da je to meteorno željezo, n. pr. Palasovo željezo kod Krasnojarskog u Sibiriji 896 kilograma teško, što su ga našli Kozaci; željezo kod Ellbogena teško 107 kilograma, palo po svoj prilici u XIV. stoljeću, a kao meteorit prepoznato god. 1812.; željezo kod Lenarta u Karpatima, teško 108·64 klg. a nađeno 1814.; kod Bohumilica u Českoj, 57·68 klg, nađeno godine 1829.; kod Arve u Ugarskoj više komada od 0·56—40 klg, nadeno godine 1844.; ogromne komade od mnogo stotina i tisuća kilograma nadoše godine 1874. u Americi i god. 1861. u Australiji.

Od meteornoga željeza, što su ga ljudi vidjeli, kako je na zemlju palo, spomenuti je zagrebačko meteorno željezo. Ono je palo godine 1751. 16. svibnja u 6 sati na veče kod sela Hrašćine u dva komada. Veći komad od 40 klg (u vrijednosti od 10.000 for.) je u Beču, a manji komad ljudi raskidaše i raskovaše. Drugi primjer poznat je godine 1847. kod Braunaua u Češkoj.

Meteorno kamenje ponajviše je sive boje, a u njem ima gdješto urasla željeza. Kamenje to ima obično crnu, sjajnu kao papir tanku koru, na kojoj se vidi, da je taljenjem postala. Od meteornog kamenja pada uvijek po više komada, no komadi su uvijek sitniji, pa se brzo u zemlji rastroše.

Od meteornog kamenja palo je, što se znade, god. 1842. kod Miljane u varaždinskoj županiji dva komada; god. 1868. kod Slavetića blizu Jaske 10 komada; god. 1897. kod Zavida u Bosni (kotar zvornički) više komada; kod l'Aigle-a u Normandiji palo je god. 1803. jedno 3000 komada u težini od 8 grama do 10 kilograma; kod Stannerna u Moravskoj god. 1808. više od 100 komada u težini od 0·56 do 1·7 klg. itd.

Najglavnije rudače, iz kojih se dobiva ona množina željeza, što u trgovinu dolazi, jesu: magnetit, crvena željezna rudača, gnjeda željezna rudača i ociljevac.

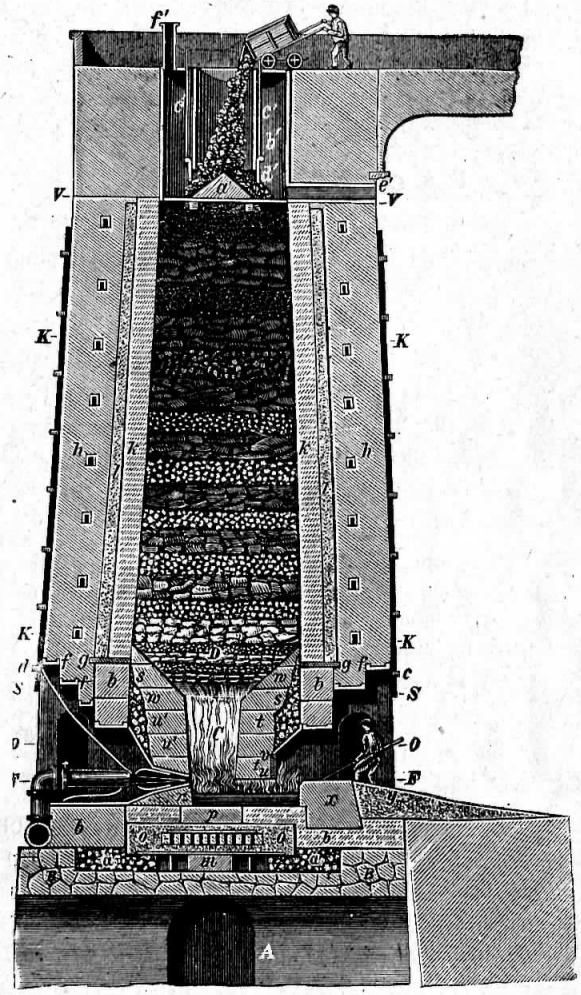
---

[1]) A. Widmannstätten u Beču je godine 1808. na zagrebačkom meteornom željezu otkrio te crte.

Već u najstarije doba poznavali su pojedini napredniji narodi, kao Egipćani, Babilonci i Indijci, i upotrebljavali željezo, te su ga znali iz rudača dobivati. Feničani donesoše porabu željeza u Grčku, a kulturom dospjelo je željezo na zapad. Za Rimljana bilo je na glasu željezo iz Španjolske, Norika i s Elbe.

Željezo bijaše prije rijetko i skupo, jer nijesu umjeli rastaljivati željezne rudače. Radi toga je mnogo vremena prošlo, dok je željezo istisnulo bakar i bronc. Stari su poznavali samo kovno željezo i ocal, čelik. Tek uvedenjem visokih peći u 16. stoljeću stadoše dobivati lijevano željezo i od onda se počela poraba željeza širiti.

Sl. 150.



Visoka peć.

Željezne rudače se ponajprije zdrobe i pročiste, zatim prže (žarenjem na uzduhu ili u posebnim pećima), a onda se doda prema naravi rude vapno ili kremen, da se tim dodatkom u peći stvori drozga, koja će rudači oduzeti svu nečistoću. Ovako priređena rudača se na izmjenu s drvenim ugljenom ili koksom sipa na gornji otvor u visoku peć (sl. 150.). Visoke peći su 14—24 a kadšto i do 36 metara visoke, a imadu u najširem dijelu promjer od 4—6 m. Vatra u potpaljenoj peći raspiruje se jakim mijehom, koji na dnu u peć ulazi. Uz veliku toplinu se željezna rudača reducira, željezo se spaja s ugljikom, te se tali i teče pokriveno s drozgom na dno peći, gdje se skuplja i od vremena do vremena ispušta. Koliko se u peći troši goriva i željeza s drozgom odteče, toliko se mora peć odozgor nadopunjavati. Ovakova peć radi po više godina bez prestanka.

Sirovo željezo, što se iz visokih peći dobiva, obično se izraduje u čelik i u kovko željezo.

Čelik se odlikuje tim, što je tvrd, elastičan i što se dade lijevati, a kovko željezo tim, što je žilavo.

Ako se čelik žari i polagano ohlađuje, gubi svoju tvrdoću i elastičnost, ali mu se oba svojstva povrate, ako se ugrije i naglo ohladi.

Sirovo željezo sadržaje po prilici 3—6 postotaka ugljika. Ako je sav ugljik sa željezom kemijski spojen, onda se to zove bijelo željezo, no ako se je znatan dio ugljika izlučio kao grafit, onda se zove sivo željezo. Ova zadnja vrsta rastaljena bolje teče, te je osobito prikladna za lijevanje (lijevano željezo).

Ako se sirovom željezu oduzme ugljik, onda se dobije čelik (0·5 do 1·5 postotka ugljika) ili kovko željezo (0·05—0·5 post. ugljika).

Bakar.

Bakar dolazi u prirodi samorodan i slučen u rudačama. Teseralni leci samorodna bakra skupljaju se u zubaste, pločaste, i drvolike naličine kao i kod srebra, no ima ga i gromadasta. Čisti bakar je crvenkaste boje. Rasteže se jako, a tali se pri 1080° C. Tvrdoća mu je malena (2·5—3), a gustoća = 8·5—8·9. Na zraku se bakar nahuče crveno smede (bakreni oksidul) ili crno (bakreni oksid). Ako stoji bakar dugo u vlažnom uzduhu, onda se prevuče zelenom korom od bakrena karbonata (malahita), plemenite rđe, koju nazivlju »patina«, a nalaze je na starinskim predmetima od bakra i bronca. Kiseline ga rastapaju, a rastopina je modra ili zeleno bojadisana.

S octenom kiselinom tvori bakar zeleni otrov. Iza srebra je bakar najbolji vodič topline i munjine. Za lijevanje ne može se čisti bakar upotrijebiti, jer izljevci ostaju šupljikavi; no tomu se može pomoći, ako bakru primiješamo bar malo kositra ili tutije.

Cementnim bakrom nazivlju onaj bakar, koji se hvata na željezu, kada se željezo postavi u vodu, u kojoj ima rastopljene modre galice. Takvih voda ima u Ugarskoj, na Harzu, u Švedskoj i drugdje, gdje se bakar kao cementni bakar dobiva.

Samorodni bakar je u prirodi vrlo malo onečišćen, a javlja se uz bakrene rudače u velikoj množini u sjevernoj Americi, osobito na »Gornjem jezeru«, zatim u Engleskoj (Cornwall), na Uralu u guberniji Perm (kod Bogoslovskog i Nižnjeg Tagilska, ovdje uz malahit), u Australiji, u Japanu itd.

Na Gornjem jezeru stadoše bakar dobivati god. 1814. Otkriše tu komade bakra u težini od stotina tisuća kilograma. Mjestimice dolazi tu uz bakar srasло samorodno srebro.

Najveći dio bakra dobiva se iz bakrenih rudača.

Čisti bakar se vrlo raznovrsno izrađuje, a mnogo ga upotrebljavaju za veoma važne smjese, kao što su bronc (bakar s kositrom), tuč (mesing, bakar s tutijom), pakfong (bakar s tutijom i niklom).

U prastaro doba upotrebljavao je čovjek u veliko prije bakar nego željezo. Sveto pismo spominje tisuće godina pred Kristom bakreno posude. Starinski bronc dobivali su valjda na taj način, da su zajedno staljivali kositrene rudače sa sumpornatim bakrenim rudačama. Rimljani pravili su od bronca novac, umjetnine i uresnine.

Tuč su stali u Njemačkoj u 16. stoljeću praviti. Pakfong potječe iz Kine, otkle su ga prije par stotina godina u Evropu donijeli. Galvanski posrebrenjen pakfong zovu kineskim srebrom.

Živa.

Samorodna živa je jedina kovina, koja je pri običnoj toplini tekuća. Ona je kositreno bijele boje, koja se nešto na modro prelijeva; oštra je kovna sjaja, a čista ima pri 0° gustoću = 13·6. Pri —40° C. skrutne se, a ledi se teseralno. Pri 357° C. vrije, a isparuje se već pri običnoj toplini. Živine pare, pa i svi živini spojevi djeluju na životinjsko tijelo kao otrov.

Samorodna živa se javlja u starijem uslojenom kamenju uz rumenicu i to razmjerno prama rumenici uvijek u malenoj množini.

Nalazi se kod Almadena u Španjolskoj u silurskoj formaciji, gdje je počeše već 300 god. prije Krista dobivati, za tim kod Idrije u Kranjskoj (od god. 1497.), u Peru, Kaliforniji (od god. 1850.), u Kini i u Japanu. U Hrvatskoj dolazi u sitnim kapljicama i u malenoj množini uz rumenicu kod Tršća.

Živa se malo ne sva dobiva iz rumenice, koja je sad više sad manje onečišćena. U gdjekojim krajevima (Bosna, Ugarska, Tirol) dobivaju živu uzgredno pri izrađivanju sinjavaca, u kojima ima žive.

U Novom-Almadenu u Kaliforniji su izvadili god. 1865. do 3½ milijuna funti žive, a u Španjolskoj u istoj godini oko 20.000 centi; Idrija proizvodi godišnje do 6000 centi.

Na bečkoj svjetskoj izložbi god. 1873. izložila je Idrija 84 met. centi žive, što je vrijedilo, ako se računa po tadanjoj cijeni od 626 for., 52.500 for. Živa se u Idriji otprema sve po 25 klg u dvostrukim kesama od ovnujske kože, pa se dvije i dvije kese spreme u drveno bure. Na drugim mjestima razašilju živu u željeznim bocama.

Živom se izvlači (amalgamacijom) zlato i srebro iz raždrobljena kamenja. Od nje prave rumenicu, prevlaku za zrcala, upotrebljavaju je za pozlaćivanje u vatri, za toplomjere i tlakomjere, u kemiji, obrtu i liječništvu.

Živu i rumenicu poznavali su već davno u starom vijeku. Isidorus (700. po Kristu) našao je, da se u živi rastapaju druge kovine, i da ona djeluje ubitačno na životinjsko tijelo. Alkemiste su pravili živom nebrojene pokuse. Lavoisier našao je (1785.), da je živa počelo.

Srebro.

Samorodno srebro se ledi teseralno, no obično se javlja u vlasastim, žicastim, gdješto i grmolikim nakupinama, a i gromadasto po žicama.

Srebro je bijele boje, no često je žućkasto ili crno nahukano. Tvrdoće je 2·5—3, gustoće 10—11, prema primjesama (bakar, zlato), kojih uvijek u samorodnom srebru ima, premda u malenoj množini. Srebro je meko i rastežljivo, nalaze ga u društvu sa srebrnim rudačama po žicama u starijem kamenju.

Srebro se ne nalazi kao zlato u kamenju uprskano, osim mjestimice u najvećoj blizini srebrnih žica. Srebrne se žice javljaju u gdjekojim dijelovima gorja gotovo uvijek u većem broju, dok im na drugim mjestima na daleko i široko nema ni traga. To je glavni uzrok, radi čega se srebro ne nalazi kao zlato u naplavljenoj zemlji i u pijesku po rijekama.

Mnoge srebrne žice proviruju sve do površine zemlje, pa kada se obližnje kamenje rastroši i odnese, onda ostaje žica iznad površja čista, tako da su već u staro doba na takvim mjestima srebro lako nalazili.

U starom vijeku dobivali su Feničani i Kartažani mnogo srebra iz Španjolske (Pireneji, Andaluzija), a Grci u Laurionu kod Atene. Već od srednjega vijeka dobivaju srebro kod Rammelsberga pri Goslaru (Harz), kod Šćavnice itd. u Ugarskoj, kod Schneeberga, i Joachimsthala u Rudogorju, kod Přibrama u Češkoj, kod Freiberga u Saskoj, kod Sale u Švedskoj i kod Kongsberga u Norveškoj. U azijatskoj Ruskoj je Schlangenberg na Altaju na glasu radi velike množine srebra.

Poslije otkrića Amerike stadoše najveću množinu srebra dobivati iz te zemlje. Najglasovitiji rudnici srebra su u Mehiku, srebrom najbogatijoj zemlji cijeloga svijeta, onda u Peru i Čile. A i sjeverna Amerika (Kalifornija, Nevada) obiluje srebrom.

Mnogo se srebra dobiva iz srebrnih rudača, pa i iz olovnog sjajnika i bakrene pakovine, jer te rude imadu često primiješana srebra.

Čisto srebro najkrasnija je bijela kovina, te je vrlo jasna zvuka. U rastežljivosti stoji srebro odmah iza zlata. Gustoće je 10·5. U dušičnoj kiselini se rastapa, a na zraku se lako nahuče, jer se na njem stvori crno sumporno srebro od sumporna vodika, koga uvijek ponešto u zraku ima. Da srebro postane tvrđe, miješaju ga s bakrom. Smjese ove su zakonom opredijeljene upravo tako kao i kod zlata.[1])

Zlato.

Samorodno zlato javlja se kao gorsko zlato u svom prvotnom ležištu, te je djelimice uleđeno, djelimice u pločastim nakupinama ili uprskano ili uraslo u kamenju. Naplavljeno ili isprano zlato dolazi u naplavljenoj zemlji, kamo ga je voda snesla, i to u obliku krupnijega ili sitnijega grumenja i zrnja, te u listićima i ljuskama.

[1]) Novac od pet kruna sadržaje 90, a novac od jedne krune 83·5 postotaka srebra.

Najobičniji lečani oblici, u kojima se zlato javlja jesu oktaedar i heksaedar. Samorodno zlato uvijek je manje ili više srebrom onečišćeno, pa je zato boja, gustoća i tvrdoća samorodnog zlata različita. Tvrdoća mu je 2—3, a gustoća 15—19; boja mu je tim više svijetlo žuta, što je u njem više srebra.

Gorsko zlato se je ponajviše razvilo uz kremene žice u starijem kristalinskom kamenju (granit, sijenit, gnajs, brusilovac, milovkin škriljavac) i u silurskoj formaciji ili u mlađem eruptivnom kamenju, (trahit, kao na pr. u Sedmogradskoj i Ugarskoj).

Zlato se dobiva iz zlatonosna kamenja tako, da se to kamenje razdrobi, te onda zlato ispira ili u živi rastapa.

Najveći dio zlata dobiva se kao isprano zlato i to iz naslaga ilovače, pijeska i šljunka, koje su se složile na obroncima i po dolovima zlatonosna gorja. Zlatonosne ove naplovljene naslage (sl. 151.) postale su tako, što se obližnje gorje kršilo i trošilo, a voda rastrošinu tu u dolove nanijela. Kako je zlato velike težine, to se ono može, ma bilo u najsitnijim listićima, lako isprati i odijeliti od ostalih mnogo lagljih zemljastih tvari.

Zlato ispiru u uskim drvenim žlijebovima, koji imadu na dnu poprijeko prikovane niske prečage. Zemlja i pijesak sa zlatom baci se u žlijebove, a voda koja protječe žlijebom, otkotrlja sve lagljе stvari, dok zlato zapne za prečage. Sve što zaostane za prečagama, ispire se napokon u plitkim zdjelama, koje se pod vodom brzo okreću.

Glasovita ispirališta zlata nalaze se u Kanadi (od 1837.), na Uralu i u Sibiriji (od 1839.), u Kaliforniji (od 1848.), u Australiji (od 1850.), u Novom Seelandu (od 1859.), za tim na Altaju i u južnoj Americi (od 1884.), te u najnovije doba u Alaski (Klondyke). U Evropi se ispire zlato u Sedmogradskoj (kod Olahpiana), te u Rajni i Dunavu. U Hrvatskoj ima nešto malo naplavljena zlata kod Velike, Kutjeva, Šagovine, Cernika i ponešto u Dravi, gdje ga još danas ispiru. U Bosni ispirali su zlato u Lašvi, Vrbasu, a kopali u Vratnici planini (u liparitu), Rosinju (liparit), Radovini (paleozojski škriljavci) i Zlatnom potoku (trahit).

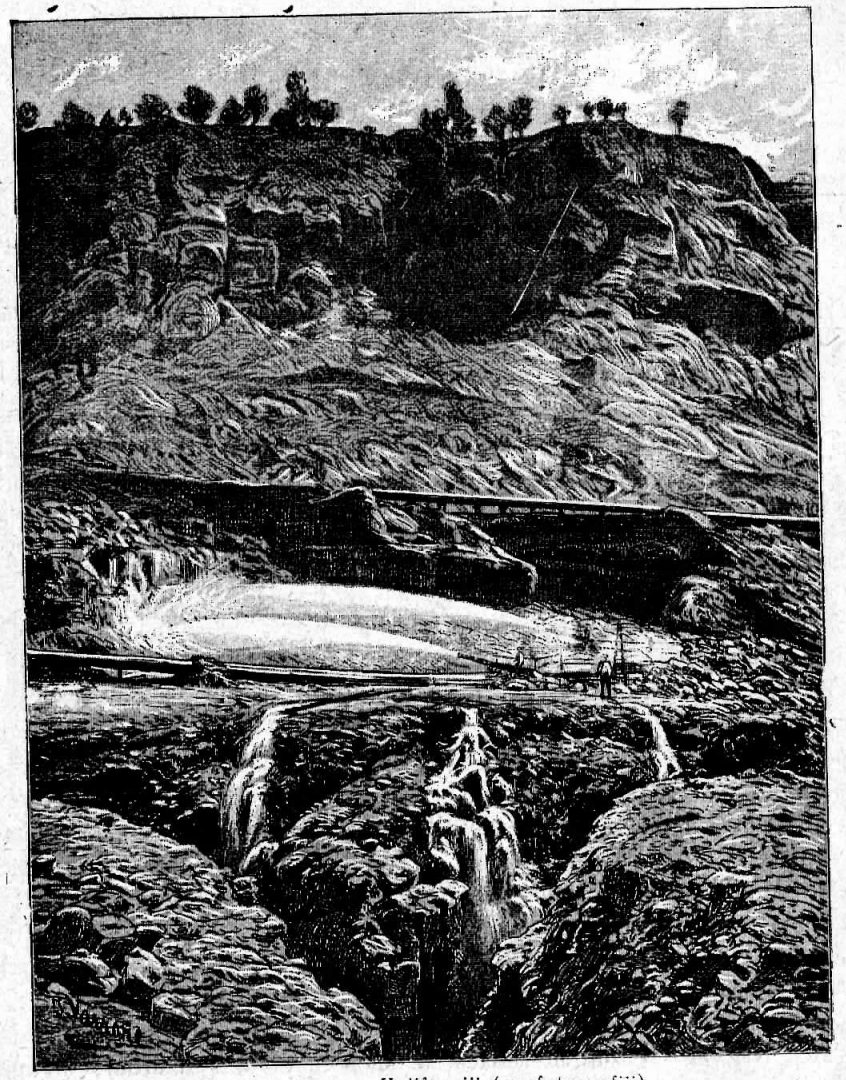
Najveće komade zlata našli su u Australiji, u pokrajini Viktoriji. God. 1858. nadoše komad »welkome« od 83·5 kilograma, koji prodadoše za 300.000 kruna.

Zlato vade u sedmogradsko-ugarskom pograničnom gorju (Offenbanya, Nagyag) iz zlatnih rudača, iz spojeva zlata s telurom (silvanit, nagyagit), pa još i iz zlatonosne željezne pakovine.

Zlatom najbogatije zemlje jesu: Australija s Novim Seelandom, Amerika i azijatska Ruska. U Evropi dobivaju najviše zlata iz Sedmogradske (Vöröspatak, Nagyag, Offenbanya itd.) i Ugarske (Šćavnica, Kremnica). Kod Bakovića blizu Fojnice u Bosni

nalaze se bogate naslage zlatonosne željezne pakovine, iz koje su u posljednje vrijeme i zlato vadili.

Sl. 151.



Zlatna poljana u Kaliforniji (po fotografiji).
Snažni se mlazovi vode bacaju na zlatonosne naslage, koje se od toga raspadaju, a zemljaste i kamenite česti se onda vodom ispiru i otplavljuju.

Godine 1905. našlo se na cieloj zemlji oko 518·000 klg. zlata u vrijednosti od 1700 milijuna kruna. U samoj južnoj Africi su god. 1905. dobili 170·500 klg. zlata u

vrijednosti od skoro 560 milijuna kruna i to poglavito iz željezne pakovine, u kojoj je zlato fino upršKano. Danas je odnos vrijednosti srebra prema zlatu oko 1:35.5.

Zlato je čovjek poznavao u najstarije doba. U srednjem vijeku mučili su se alkemiste, da zlato prave. Išli su za tim da pronađu »kamen mudraca« (magisterium mundi), kojim bi mogli pretvarati proste rastaljive kovine u zlato.

Čisto zlato je žute boje i lijepa, jaka, kovna sjaja. Mekše je od srebra, a gotovo tako meko kao olovo. Rastaljeno je gustoće 19·2, a kovano 19·3. Zlato se dade od svih kovina najviše rastezati i rastanjivati.[1]) Posve tanki listići proziru zelenkasto. Zlato se na zraku ne mijenja, a od sumporovodika ne će pocrniti kao srebro. U kraljevskoj vodici, zlatotopki, rastapa se, a sa živom se spaja u amalgam. Za porabu bi zlato bilo premekano, radi toga se ono obično miješa s bakrom. Čistoća zlatnih predmeta je u mnogim državama zakonom opredijeljena.

Platina.

Samorodna platina se ledi teseralno. Leci su vrlo rijetki; obično se nalazi u obliku nepravilna zrnja. Ona je ocalno sive boje, dade se kovati i rastezati. Zrak ni vlaga je ne mijenjaju ni u najvećoj toplini. Kada je platina bijelo usjana, onda se dade kovati kao željezo, a taliti se dade samo u praskavom plinu ili u smjesi rasvjetnoga plina i kisika i to u velikom propuhu. Topiti je možemo samo u vreloj kraljevskoj vodici, a sa živom ne stvara amalgama. Platina je slab vodič topline, a u toplini se od svih teških kovina najmanje rasteže.

U naravnoj samorodnoj platini ima uvijek pomiješano 16—26 postotaka drugih kovina, i to željeza, iridija, rodija, paladija, osmija i t. d. Tvrdoća samorodne platine je 4—5, a gustoća 14—19, dok je gustoća čiste kovane platine = 21·23. Samorodnu platinu nalaze samo u naplavljenoj zemlji obično uz zlato, pa se tu dobiva ispiranjem kao i zlato.

U Evropu je donio platinu prvi Antonio d' Ulloa[2]) u polovici 18. stoljeća pod imenom »platinja (srebru slična) del Pinto«. Davno pred njim nadoše platinu u Novoj Granadi (južna Amerika) u rijeci Pinto pri ispiranju zlata. Poslije nadoše je u Braziliji, na St. Domingu i u Kaliforniji. God. 1882. našli su platinu na Uralu[3]) (kod Tagilska i Nižnjeg Tagilska) gdje se uopće najviše platine ispire, a god. 1831. na otoku Borneu.

U Rusiji su od god. 1826.—1845. kovali od platine novac.

Platina se danas u velike upotrebljava za kemijske sprave, jer je kiseline ne izjedaju.

---

[1]) Réaumur istraživao je tanku žicu, koju su razvukli od pozlaćene srebrne šipke, pa je našao, da je prevlaka zlata bila $^1/_{12000000}$ palaca (jedno 0·000.002 mm) debela. Od jednog dukata kuju u Austriji 500 listića, svaki od 28 četv. centimetara. [2]) Španjolski matematičar, koji je sudjelovao pri glasovitom mjerenju stupnjeva na polutniku god. 1735. [3]) U Uralu našli su već komade od 10 klg. Tu se platina po svoj prilici nalazi s kromitom u serpentinu.

II. RED. SUMPORNE RUDAČE ILI SULFIDI.

Sulfidi su spojevi teških kovina sa sumporom ili slični spojevi sa selenom, telurom, arsenom i antimonom.

Pri grijanju odaju ove rude svoj sumpor mirisom po sumpornom dvokisu, a arsen mirisom po bijelom luku; pri žarenju na ugljenu tvori telur, arsen i antimon bijeli obljep.

Rude ovoga reda dadu se po fizikalnim svojstvima razdijeliti u p a k o v i n e, s j a j n i k e i b l i s t a v c e.

1. r a z r e d. **P a k o v i n e.**

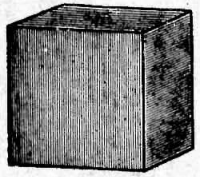
Pakovine su rude kovna lica: boja im je ponajviše jasna, a nije niti olovno siva niti crna. Crt im je taman i crn; krke su; gustoće su velike, a u većine je tvrdoća znatna.

Pirit[1]) (željezna ili sumporna pakovina).

Ledi se teseralno, u polulicima paralelnih ploha. Obični oblici su $\infty O \infty$, O i $\frac{\infty O 2}{2}$; plohe heksaedra su vrlo često paralelno isprutane (sl. 152.)

Najobičnije kombinacije narisane su na sl. 56.—61. Pirita ima i gromadasta, uprskana (na pr. u kamenom ugljenu, brusilovcu), njim su više puta okamenjeni životinjski i bilinski ostaci. Kada se pirit pretvori u gnjedu, a gdješto i u crvenu željeznu rudaču, to često zadrže ove pretvorine prvotni oblik pirita (pseudomorfoze). Boje je jasno žute, gdješto zlatno žute, trošenjem biva smeđ. Tvrdoća = 6·5, gustoća = 5. S čelikom daje iskre i zaudara po sumporu. Kem. sastav: FeS_2, uz to ima katkad i nešto zlata. Pred puhaljkom gori modrušastim plamenom razvijajuć SO_2.

Sl. 152.



Pirit je vrlo raširena ruda. Vrlo lijepi leci nalaze se kod Bakovića u Bosni, Waldensteina u Koruškoj, na Elbi, na Uralu itd. Velike množine gromadasta pirita nalaze na Karpatima. U Hrvatskoj dolazi pirit u većoj množini kod Lepoglave, Mrzle vodice, Brušana, te kod Lučana kod Sinja. Pirit kod Bakovića dolazi u naslagama, koje su preko 2 met. debele; u 1000 klg. toga pirita ima 8—15 grama zlata.

Pirit upotrebljavaju za pravljenje sumporne kiseline, zelene galice i sumpora. Brusilovce bogate piritom upotrebljavaju za pravljenje stipse.

Željezo se iz pirita malo kada vadi; užareno se željezo, u kom ima 0·05 postotaka sumpora, pri kovanju lako krši i kida. Tek u novije vrijeme stadoše u većoj mjeri pri pravljenju sumporne kiseline vaditi željezo iz pržena pirita, koji preostaje.

[1]) gr. pyr, vatra, pyritis, kresivac.

Markazit.[1])

Ledi se rompski, gusti sraslaci tvore kopljaste i češljaste oblike. Obično ga nalaze gromadasta, te urasla, osobito u ugljenu i škriljavcima mlađih formacija, za tim vlaknasta, gusta i kao okamenilo okamenina.

H a u y je godine 1814. otkrio njegovu rompsku narav, te ga odlučio od predašnje vrste.

Boje je sivkasto žute; lako se troši u željeznu galicu i sumpornu kiselinu; tvrdoća = 6—6·5, gustoća = 4·7; FeS_2, kao i pirit. FeS_2 je dakle d i m o r f a n.

Markazita nalaze u Hrvatskoj u malenoj množini kod Pazarišća i Mrzle Vodice, zatim u Češkoj, na Harzu, u Engleskoj itd. Upotrebljavaju ga u iste svrhe kao i pirit.

Magnetna pakovina (pyrrhotin).[2])

Heksagonski; rijetko je uleđena, obično u ljuskavim, zrnatim ili gustim nakupinama. Boja joj naginje od žute na crvenkastu, a često se smeđe nahuče. Magnetična je, rijetko polarno magnetična; tvrdoće = 4, gustoće 4·6; Fe_7S_8, kadšto sadržaje niklja.

Magnetne pakovine nalaze u Bavarskoj (Bodenmais), u Saskoj, na Harzu, u Skandinaviji itd. Upotrebljava se kao i predašnje pakovine.

Željezni sulfidi pretvaraju se pod utjecanjem vlažnoga zraka u ž e l j e z n u (zelenu) g a l i c u. Uz vodu, u kojoj ima rastopljena vapna, postaje s a d r a i g n j e d a ž e l j e z n a r u d a č a. Iz rastopljene željezne galice može nastati utjecajem redukcije gnjilih organskih tvari p i r i t i m a r k a z i t.

Bakrena pakovina (chalkopyrit).[3])

Tetragonski u sfenoidskim polulicima (sl. 81. i 82.), vrlo često u sraslacima; a obično gromadasta i urasla. Boje žute kao tuč, a često šareno nahukana. Tvr. = 4, gust. = 4·2; $CuFeS_2$ sa 34·6% Cu. Pred puhaljkom na ugljenu se raspuktava i tali u magnetičnu krugliu.

Nalaze je u Hrvatskoj kod Bešlinca i u Samoborskoj gori kod Ruda, u Bosni kod Sinjakova i Sanskog Mosta, u Ugarskoj, u Banatu (Oravica), u Mannsfeldu (srebronosna), u Saskoj, na Harzu, Cornwallu, sjevernoj Americi itd.

Bakrena pakovina je najraširenija i najvažnija bakrena rudača. Iz nje dobivaju najveći dio bakra.

Šarena pakovina (b o r n i t).[4])

Teseralno, rijetko uleđena, obično samo gromadasta. Boje je smeđe crvene, često šareno nahukana; tvr. = 3, gust. = 5. Sastoji od Cu (56—71 %), Fe (16·4—6·5 %) i S. Uleđenu je nalaze u Englezkoj, obično se javlja gromadasta (na pr.

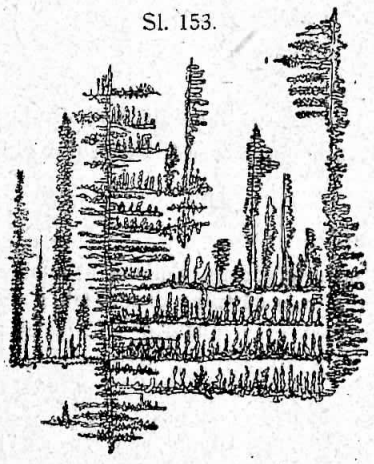
[1]) arapska riječ, kresivcu naličan. [2]) gr. pyrrhos, vatrene boje. [3]) gr. c h a l k o s bakar [4]) Po austrijskom metalurgu J. v. B o r n u (1742.—1791.).

u Ugarskoj), ponajviše uz bakrenu pakovinu, s kojom se onda zajedno na bakar izrađuje.

Nikelin.

Heksagonski leci su rijetki; boje je jasno bakreno crvene; tvr. = 5, gust. = 7·6; u glavnom sastoji od NiAs sa 44 post. Ni. Nalazi se uz smaltin u Saskoj, Češkoj (Joahimsthal), Štajerskoj (Schladming), Durinškoj itd. Iz njega dobivaju kovni nikalj.

Sl. 153.



U nikelinu je Cronstedt god. 1754. otkrio kovno počelo nikalj. Nikalj se teško na zraku mijenja. Na magnet djeluje kao čelik. Prave od njega uresnine, ure, te kovne smjese, među kojima je najvažnija pakfong (str. 54.). Sitni novac prave od (1 dijela) niklja i (3 dijela) bakra.

Smaltin.

Teseralno, rijetko u jasnim lecima, obično u pletenim nakupinama (sl. 153.), gromadast, i uprskan; boje je kositreno bijele, a sivo se nahuče; tvrdoća = 5·5, gustoća oko 7·1; $CoAs_2$ (CO djelomice zamijenjen sa Fe ili Ni). Na ugljenu užaren daje krko magnetično zrno. Biserku od burače bojadiše safirno modro. Nalaze ga u Saskoj, u Rudogorju, u Štajerskoj (Schladming) itd.

Ako se smaltin zajedno s potašom i kremenom stali, onda postane modro staklo smalta, iz kojeg se razbijanjem dobiva modra smaltena boja. Pri prirediv anju smalte preostaje zaostatak, iz koga se obično još nikalj vadi.

Bijela nikljeva pakovina (chloanthit) je smaltin, u kom je Co većim dijelom zamijenjen sa Ni i ponešto Fe.

Kobaltin.

Teseralno, u polulicima paralelnih ploha; izomorfan je s piritom; gdjekad u lijepo razvijenim lecima (sl. 58., 59.). Smjerom $\infty O \infty$ se savršeno kala. Boje crvenkasto srebrno bijele, često sivo nahukan; tvr. = 5·5, gust. = 6; CoS_2, $CoAs_2$. Nalazi se u Skandinaviji, pruskoj Šleskoj itd. Upotrebljavaju ga kao i smaltin za pravljenje modre boje.

Arsenova pakovina.

Rompski, najobičniji oblik $\infty P \cdot {}^1/_4\check{P}\infty$ (sl. 94.), plohe dome su obično isprutane smjerom brahidijagonale; a i u šipkastim ili zrnatim nakupinama i urasla. Boje je ocalno sive; tvr. = 5·5, gust. = 6; FeS_2, $FeAs_2$ (jedan dio Fe kadšto zamijenjen sa Co). U Saskoj, u Rudogorju itd. dobivaju od njega arsen, arsenov trioksid, auripigment i realgar.

2. Razred. Sjajnici.

Kovna lica; boje obično sive — crne; crt crn — siv. Malena tvrdoća, velika gustoća.

Olovni sjajnik (olovica, galenit).[1])

Teseralno u potpunim likovima; obični složaj: $\infty O \infty$. O (sl. 42. i 45.). Leci razne veličine sad su više sad manje jasno razvijeni. Olovni sjajnik javlja se i u zrnatim i gustim nakupinama i urastao.

On se savršeno kala smjerom heksaedra; raskoline imadu vrlo oštar kovan sjaj. Boje je olovno sive, crta sivkasto crna; tvrdoća = 2·5, gust. = 7·5. U bitnom: PbS sa 86.6 post. Pb, obično još nešto srebra. Ako se naglo ugrije, raspuca se. Sa sodom na ugljenu užaren daje zelenkasto žut obljep i olovno zrno.

Ova najvažnija i najrašireniia ruda, od koje dobivaju olovo, srebro i olovnu gledu, nalazi se u Češkoj (Přibram, Mies[2]), Koruškoj (Bleiberg, Raibl), Saskoj (Freiburg), na Harzu, u Engleskoj, Americi itd. U Hrvatskoj ga ima u Trgovskoj gori kod Bešlinca (gdje su iz njega srebro vadili), Ivančici, Zagrebačkoj gori, Orljavskoj gori kod Velike, u Liki kod Ričice i Rastove kose, u Fruškoj gori kod Ledinaca, u Dalmaciji kod Kljaka. U Bosni ga ima kod Olova, Kreševa, Srebrenice, Prijedora i Vareša.

Olovni sjajnik, u kojem nema srebra, upotrebljavaju za postakljivanje glinena posuda.

Antimonov sjajnik (antimonit).

Rompski; leci su obično iglasti, a na kraju malo kada jasno razvijeni. Često je razvijen u snopastim lečanim nakupinama, a i kristalinski šipkast, gdješto i gust. Kala se vrlo savršeno smjerom $\infty\check{P}\infty$ s oštrom sjajnom kalotinom. Boje je olovno sive, više puta crno, žuto ili šareno nahukan; podatan; crta je tamno siva; tvr. = 2, gust. = 4.6; Sb_2S_3 sa 71·8 post. Sb. Tali se već na plamenu od svijeće.

Antimonova sjajnika nalaze u Bosni (Čemernica kod Fojnice, Srebrenica), Ugarskoj (Fölsöbanya), Sedmogradskoj, na Harzu, u Saskoj, na Borneu itd. Jedina je to rudača, od koje se kovni antimon uvelike dobiva.

---

[1]) gr. galene, olovni sjajnik, olovna ruda. [2]) Adalbertov prokop u rudniku kod Přibrama započet je god. 1779., a dosegnuo je god. 1894. okomitu dubljinu od 1107·5 m. dok s njim spojeni prokop »Marija« seže do 1126·5 m.

Antimonov sjajnik se u zatvorenim lončićima istaljuje iz kamenja, u kom se primiješan nalazi. Istaljena tvar je fino vlaknasta sastava i ulazi u trgovinu pod imenom »antimonium crudum«.[1])

Srebrni sjajnik (argentit).

Teseralno, većinom u nejasnim lecima, obično gromadast. Tamne je olovnate boje, crno nahukan; jako p o d a t a n (dade se rezati kao olovo); crta je sjajna; tvr. preko 2, gust. 7—7·4; Ag_2S sa 87 post. Ag. Sa sodom pred puhaljkom daje srebrno zrno. Nalazi se u Ugarskoj (Šćavnica, Kremnica), u sasko-češkom Rudogorju, na Harzu, u Norveškoj (Kongsberg), Mehiku itd.

Na bečkoj izložbi bio je izložen komad srebrna sjajnika iz Kongsberga od 100 klg. u vrijednosti od 7000 for.

Srebrni sjajnik je najizdašnija i najvažnija srebrna rudača.

Bakreni sjajnik.

Rompski, rijetko uleđen, obično samo gromadast i uprskan. Kadšto su s njim okamenine okamenjene.[2]) Boje je crnkasto olovne, često crno nahukan; podatan; crta je kao i boje; tvr. blizu 3, gust. = 5·6. Sastoji od Cu_2S uz 79·8 Cu. Pred puhaljkom na ugljenu tali se uz prskanje u krugliu. Važna ova bakrena rudača nalazi se u Cornwallu (uleđena), u sjevernoj Americi, Durinškoj, Saskoj, Banatu itd.

Z l a t n e t e l u r n e r u d a č e:

Lisnati telur (n a g y a g i t) u tamno sivim, lisnatim nakupinama, podatan; tanki listovi se dadu previjati, tvr. = 1, gust. = 7. Sastoji od Pb, Au (6—8 post), Cu, Te, i S u promjenljivoj množini. Po pogledu nalikuje na grafit, ali se lako pred puhaljkom tali, a u dušičnoj kiselini se rastapa. Nalazi se kod N a g y a g a i Offenbanye u Sedmogradskoj.

Pisani telur (s y l v a n i t[3]) se javlja u sivim, malenim, iglastim lecima. Oni se slažu u niske rpe pod kutom od jedno 60°. Tvr. = 1·5, gust. = 8. Sastoji od Au (26—28 post.), Ag i Te, a nalazi se kod O f f e n b a n y e i Nagyag.

Sinjavac (tetraedrit).

Teseralno u tetraedrijskoj hemiedriji. Obični oblici su: $\frac{O}{2}$, $-\frac{O}{2}$ i $\frac{202}{2}$

U kombinacijama (sl. 50., 51., 52.) je tetraedar najbolje razvijen. Često je gromadast i uprskan. Boje je ocalno — željezno crne, crta crna; tvr. = 3·5, gustoća oko 5; Cu (koji gotovo nikad ne manjka) djelomice sa Ag, Hg, Zn,

[1]) lat. c r u d u s, prost. [2]) Kod Frankenberga u Hesenskoj nalaze bakrenim sjajnikom okamenjene češere i male grane jedne četinjače (Cupressites Ulmanni Brogn.). [3]) lat. T r a n s s y l v a n i a, Sedmogradska.

Fe zamijenjen, i S, te Sb i As sa S. Tamniji sinjavci imadu pretežno antimona (gdješto bez ikakva As), te u njima ima dosta srebra.

Sinjavci su dosta rašireni, na pr. u Hrvatskoj u Trgovskoj gori kod Trgova, u Bosni (Fojnica, Mačkara, Kreševo), Ugarskoj (Kapnik), Tirolskoj, Saskoj, Harzu itd. Iz njih se vadi bakar, srebro i živa.

Bournonit[1]), $PbCuSbS_6$ sa 42 Pb i 13 Cu. — **Stephanit,**[2]) Ag_5SbS_4 sa 68 Ag — **Polybasit,** Ag_9SbS_6, često je Sb više ili manje zamijenjen sa As, te Ag sa Cu; sa 64—72. Ag

3. R a z r e d. **B l i s t a v c i.**

Nekovne boje i obično jasnije bojadisana crta; alemova do masna sjaja; malene tvrdoće.

Tutijin blistavac.

Teseralno u tetraedrijskim polulicima (složaj sl. 55.). Sraslaci po plohi oktaedra s razvučenim individuima, radi čega je te sraslace obično teško razriješiti. Tutijin blistavac se javlja i u zrnatim, rjeđe u trakastim, vlasastim ili gustim nakupinama. Leci su alemova sjaja, a kalaju se s a v r š e n o smjerom ploha rompskog dodekaedra.

Boje je obično crne ili smeđe, gdjekad i žute, zelene i crvene; rijetko je bez boje; vrlo krhak. Tamne odlike su jasno smeđa crta. Neke vrste, kao na pr. od Kapnika fosforesciraju udaranjem ili trenjem. Tvr. = 3·5, gust. oko 4; ZnS sa 66·7 post. Zn, uz to više put Fe, Cd ili In. Pred puhaljkom na ugljenu daje žut obliep, koji, kad ohladi, pobijeli.

Nalazi se obično uz olovni sjajnik kod Ivanca u Ivančici, Ledinaca u Fruškoj gori, Trgova u Trgovskoj gori, u Zagrebačkoj gori, kod Srebrenice i Čemernice u Bosni, kod Freiberga (Saskoj), Přibrama, Šćavnice, Kapnika itd., pa se iz njega tutija vadi.

W u r t z i t je kod Orura u Boliviji heksagonski uleđena sumporna tutija. Sumporna tutija je dakle d i m o r f n a.

Rumenica.

Romboedrijski, obično samo u sitnim lecima. Obično je gromadasta, uprskana, ili zemljasta. Leci su alemova sjaja, nešto prozirni, te se dosta dobro kalaju smjerom ∞R. Čista rumenica je boje i crta jasno crvena. Tvr. = 2, gust. = 8. Sastoji od HgS sa 86·2 post. Hg. U otvorenoj cijevi ugrijana razvija sumpornu sukiselinu i obara živu. Nalaze je u Idriji u Kranjskoj, Almadenu u Španjolskoj, Novoj Idriji i Novom Almadenu u Kali-

[1]) Po francuskom kristalografu B o u r n o n u. [2]) Po austrijskom nadvojvodi Stjepanu.

forniji, kod Čabra (Tršće) u Hrvatskoj, Avale u Srbiji, Kreševa (Zec, Pogorelica, Inač) u Bosni itd.

Jetrena rudača u Idriji je smjesa rumenice sa idrijalinom (zemnom smolinom), ugljenom i zemljom. Koralna rudača je jetrena rudača, koja ima kruglјaste uklopke od vapnikova i željezna fosfata.

Naravnu rumenicu upotrebljavaju poglavito za dobivanje žive.

Realgar[1]) (crveni arsenov blistavac).

Monoklinski, u jasnim lecima i gromadast. Boje ružičasto crvene, vosana sjaja i ponešto prozračan; podatan, crta je narančasta; tvr. oko 2, gust. = 3·5. Sastoji se od AsS, sa 70·1 post. As. Pred puhaljkom na ugljenu se lako tali, te izgara bjelkasto žutim plamenom i razvija miris po češnjaku (arsenov trokis). Na svijetlu se raspada u narančasti prah. Nalazi se u Zagrebačkoj gori iznad Bistre, u Bosni (Kreševo, Majevica), Ugarskoj, Sedmogradskoj, na Harzu itd

Auripigment[2]) (žuti arsenov blistavac).

Rompski, rijetko jasno uleđen. Savršeno se kala smjerom $\infty \check{P} \infty$ s bisernim sjajem na raskolini. Boje je četrunove, narančaste; sjaja masna; crta kao i boje. Tvr. = 1·5, gust. = 3·5; sastoji od $As_2 S_3$ sa 61 post. As. Nalaze ga obično uz realgar.

Realgar i auripigment, što ga upotrebljavaju u bojadisarstvu i pri vatrometima, prave umjetno.

Pirargirit[3]) (pyrargyrit, antimonov srebrni blistavac).

Romboedrijski; jasno crven — tamno siv; kovinast alemov sjaj; neproziran; crt crven; tvr. = 2, gust. = 5·8; Ag_3SbS_3, sa 59·9 post. Ag. Nalaze ga kod Přibrama, Joachimsthala, Freiberga, Šćavnice, Kongsberga itd.

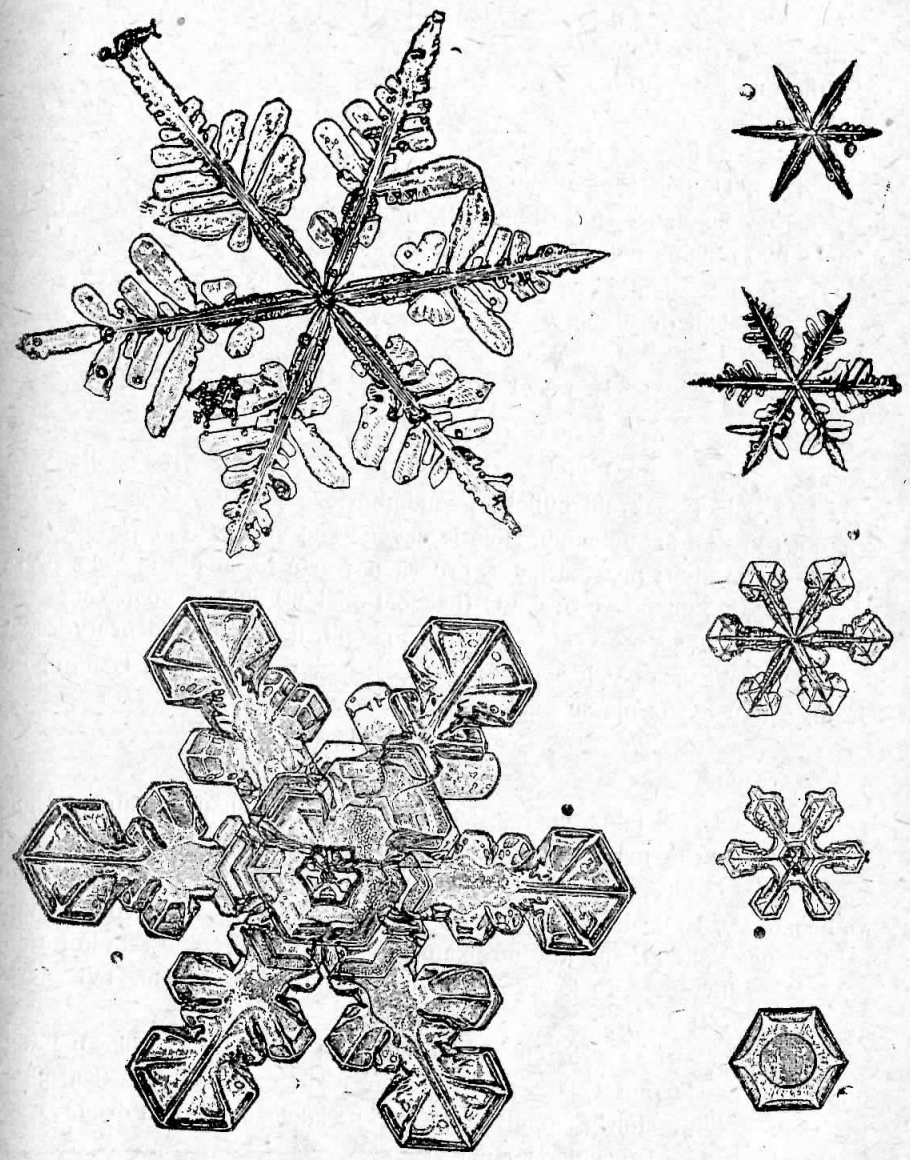
Proustit[4]) (arsenov srebrni blistavac).

Romboedrijski, izomorfan s prijašnjim; oštro crven, alemov sjaj, prozračan; crt crven; tvr. = 2, gust. = 5·5; Ag_3SbS_3 sa 65·4 post. Ag. Dolazi uz pirargirit, ali u mnogo manjoj množini. Iz jedne i druge rude vade srebro.

---

[1]) Izraz iz doba alkemista, komu se ne zna značenje. [2]) lat. aurum, zlato, pigmentum, boja. [3]) gr. pyr, vatra, argyros, srebro. [4]) Po francuskom kemiku J. L. Proust-u.

Tabla I.



Leci snijega. (Po fotografiji; 8—30 puta povećano.)

III. RED. OKSIDI.

U ovaj red ubrajamo ponajprije **vodu.**

Čista voda (H_2O) je bez boje, mirisa i okusa. Ona skrutne pri 0° C, a vrije pri 100° C. Voda se na zraku isparuje uz svaku temperaturu. Uz 4° C ima ona najveću gustoću. Nježni leci snijega, kako se u pahuljice redaju, govore za to, da se led po svoj prilici ledi u heksagonskom sustavu. Led ima pri 0° gustoću = 0·917. Na njem se opaža dvostruki lom svjetla. U unutrašnjosti leda opažaju se zračni mjehuri, a kadšto i heksagonske šupljinice (negativni leci). Jedinica objama vode tvori smrzavanjem 1·90 objama leda, te se tako po prilici za $^1/_{11}$ svoga objama raširi.

O rasprostranjenju i važnosti vode, snijega i leda bit će govora u geološkom dijelu ove knjige.

1. razred. **Anhidridi.**

Crvena bakrena rudača (cuprit).[1])

Teseralno, obični oblici su: O, ∞O, ∞O∞ i njihovi složaji; više puta iglasti leci (bakreni cvijet). Pseudomorfoze po bakru, ali često i u zrnatim i gustim nakupinama. Boje je crvene kao crvac, koja gdješto prelazi u olovno sivu; neprozirna — prozračna; crta je smeđe crvena. Tvrdoće = 3·5—4, gust. oko 6; Cu_2O (bakreni oksidul) sa 88·8 post. Cu.

Bakrena rudača se često nalazi uz malahit, u koji se ona pretvara, a ima je u Francuskoj (Chessy kod Lyona), kod Cornwalla, u Banatu, na Uralu, Altaju itd. Iz nje se vadi mnogo bakra.

Korund.[2])

Romboedrijski (slož. sl. 138.); leci dolaze ili urasli ili izlupljeni u naplavini. Sitnozrne nakupine pomiješane s magnetitom i hematitom zovu smirak[3]). Modre, uleđene, prozirne vrste zovu safirom[4]), a crvene rubinom[5]). Boja dragoga korunda (safira i rubina) je smjerom glavne osi jača nego okomito na to (dihroizam). Mutne i neprozirne vrste korunda, koje često imadu jasnu kalavost, zovu dijamantovcem. Tvr. = 9, gust. gotovo 4; Al_2O_3.

Rubini i safiri su vrlo cijenjeni dragulji, a nalaze ih najviše u istočnoj Indiji i na Cejlonu. Dijamantovca nalaze u sjevernoj Americi (Karolina) i istočnoj Indiji, a smirka ponajviše na otoku Naksosu. Jednu i drugu vrstu upotrebljavaju za brušenje i gladenje.

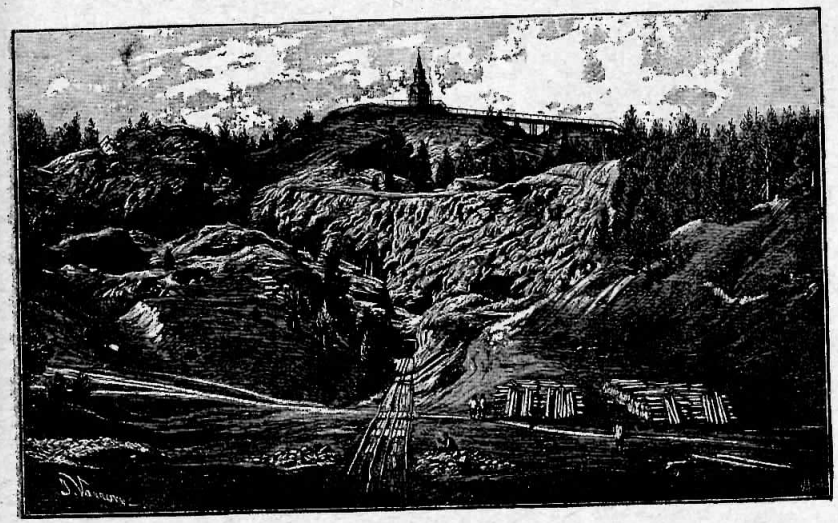
[1]) lat. cuprum, bakar. [2]) Indijska riječ. [3]) gr. smyrizo, brusim. [4]) hebrejski sappir, gr. sappheiros, modri dragulj. [5]) lat. rubus, crven.

Crvena željezna rudača (haematit).[1])

Romboedrijski, lijepe lece zovu željeznim sjajnikom; pseudomorfoze po magnetitu, piritu, ocilievcu itd. Lopušaste, bubrežaste vrste zovu crvena caklovica; lisnate i lopušaste vrste zovu željeznim tinjcem; ikraste vrste nazivlju željeznim ikrovcem; guste, zemljaste i s glinom pomiješane vrste zovu glinenom željeznom rudačom.

Leci su željezno crne boje i živa kovna sjaja, pa su često šareno nahukani. Ostale vrste sad su više sad manje crveno smeđe, a gdješto na-

Sl. 154.



Magnetitni brijeg Blagodat kod Kušve na istočnoj strani srednjeg Urala. (Po fotografiji).

ginju na sivkasto; slabo su magnetični; crta su crvenkasta; tvr. = 5·5 do 6·5, gust. nešto preko 5. U glavnom Fe_2O_3 sa 70 post. Fe. U zatvorenoj cijevi ne daje vode; sa sodom na ugljenu daje željezno zrno.

Crvena željezna rudača je vrlo obična i raširena željezna ruda, a nalaze je na Elbi (u lijepim lecima), u Alpama, Vogezima, u Hrvatskoj u Samoborskoj gori (Rude), Petrovoj gori, Fruškoj gori, kod Mrzle Vodice, te u Velebitu (Debeljak iznad Pazarišta); u Bosni (silna množina kod Vareša, nešto manje kod Dusine i Kreševa).

[1]) gr. haima, krv, djelomice radi boje, djelomice za to, što su ga prije upotrebljavali za obustavljanje krvi.

Magnetit.

Teseralno; obično O i ∞O (sl. 46.); rompski dodekaedri su obično smjerom dulje dijagonale isprutani (složajno prutanje); oktaedrijski sraslaci su jasno razvijeni (sl. 141.). Pretvorine u crvenu i gnjedu željeznu rudaču. Najviše ga nalaze u zrnatim i gustim nakupinama, te urasla u različnom kamenju i kao magnetitni pijesak naplavljena. Boje je željezno crne, sjaja kovna; crta crna. Vrlo je magnetičan (osobito polovično rastrošene vrste), gdjekad i polarno magnetičan (naravni magneti).[1]) Tvr. = 6, gust. = 5; Fe_3O_4 sa 72·4 post. Fe. Strven topi se u solnoj kiselini.

Magnetit se nalazi u najstarijem kamenju, pa se kao važna željezna rudača iskapa u velikoj množini u Švedskoj (Dannemora), Norveškoj (Arendal), na Uralu (cijeli bregovi od magnetita kod Kušve — sl. 154. — i Nižnjeg-Tagilska), u sjevernoj Americi itd. Lijepe lece nalaze kod Traverselle (Pijemont), Zillerthala itd. Kod nas nalaze magnetita kod Mrzle Vodice, te u Lici kod Omsice izmed Gračaca i Bruvna, a magnetitna pijeska kod Čerevića; u Bosni ima magnetita kod Dusine i Ključa.

Kromit[2]) (chromit, kromova željezna rudača).

Teseralno, no obično gromadast; boje je smeđe crne; crta je smeđa, po čemu ga je lako od sličnoga mu magnetita raspoznati; tvrd. = 5·5, gust. = 4·5; $Fe(Cr_2)O_4$ = FeO, Cr_2O_3; Fe je djelomice zamijenjeno sa Mg, a (Cr_2) sa (Al_2).

Dolazi obično uz serpentin, na pr. u Hrvatskoj (Fruška gora), Bosni (Duboštica, Borja planina, Smolin itd.), u Štajerskoj (Kraubat), na Uralu itd., pa se upotrebljava za priugotavljanje kromovih preparata.

Spinel.[3])

Teseralno, najobičniji oblik O; oktaedri se često sraščuju u sraslace (sl. 141.) poput magnetita. Leci mu se nalaze urasli u kamenju ili sneseni u naplavljenoj zemlji, gdje su onda kao zrnje zaokruženi. Boje je različne, proziran i neproziran; crta je bijela. Prozirni spinel lomi svijetlo jedamput, pa radi toga nije dihromatičan. Tvrdoća = 8, gustoća oko 4; u bitnom $Mg(Al_2)O_4$ = MgO, Al_2O_3.

[1]) Plinij pripovijeda, da je magnet otkrio na brijegu Ida neki pastir imenom Magnes, kad su mu se željezni vrh od batine i čavli od obuće na zemlji prilijepili. Magnetnu iglu spominje najprije god. 1190. u pjesmi neki Guyot iz Provanse, a kod Kineza, čini se, da je ona poznata već od 1100. pred Kristom. [2]) gr. chroma, boja, jer su neke kromove slučenine oštro bojadisane [3]) Izraz srednjega vijeka, komu se ne zna znamenovanje

Kao dragulj u velikoj je cijeni crveni spinel, koji zovu rubin spinel ili balas-rubin[1]), a nalaze ga u naplavljenoj zemlji u istočnoj Indiji i na Cejlonu. Pleonast[2]) je tamni, crni spinel, u kom ima željeza, Nalaze ga na Cejlonu, na Vezuvu, Tirolskoj (Monzoni) i sjevernoj Americi, gdje nalaze više centimetara duge lece.

Uranov smolinac; grumenast, smolinasto crne boje; masna sjaja i smeđe crna crta; u bitnom $U(U_2)O_4$ = UO, U_2O_3. Dolazi u češko-saskom Rudogoriu i služi za pravljenje boja i uranova stakla. Ruda ova došla je u zadnje vrijeme na glas radi radija, što su ga u njem našli.

Kremen.

Heksagonski, obično ∞P. P. Piramida P potpuno jednako razvijena (sl. 139.) ili nejednako razvijena kao R i — R (sl. 140.). ∞P je obično vodoravno isprutana. Leci su često rastegnuti (str. 32. i sl. 155.). Kremen se pojavljuje u jasnim lecima (gdješto vrlo veliki), u lečanim nakupinama, pseudomorfozama, kao šljunak, pijesak i kao okamenilo okamenina.

On je bez boje, a i bojadisan. Sjaja je staklena, a na prelomini često masna; proziran — neproziran. — Trenjem postaje kremen pozitivno munjevit. Tvrdoće = 7, gustoće = 2·6; SiO_2 uz neke primjesine, od kojih ovisi boja i prozirnost. Pred puhaljkom se ne tali, rastaljuje se samo u praskavu plinu. Fluorna kiselina ga topi, a vreli kalijev lug ga ne topi. Sa sodom užaren tali se uz pjenjenje u staklo.

a) Uleđene kristalinske, prozirne — neprozirne vrste kremena:

Prozirac, bez boje ili slabo bojadisan, proziran — prozračan; ljubičnjak, ametist[3]), ljubičasto modar; citrin[4]) žut; čadavac, crn; ružičnjak, ružičasto crven; željeznjak, žuto ili crveno smeđ; mliečnjak, bijel, neproziran; avanturin,[5]) svjetlucav od finih pukotina i uklopljena crvenkasta tinjca; prazem[6]) zelenkast od uklopljena vlaknasta amfibola; macino oko, kremen, u kom su uporedo urasle fine niti osinca; pupčasto izbrušen pokazuje modrušasto svileni sjaj.

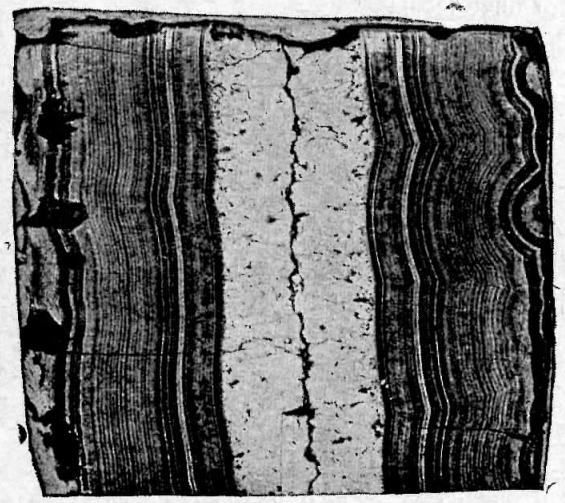
Lijepe, a gdješto i velike lece prozirca nalaze u Švicarskoj, Tirolskoj, Uralu, Cejlonu, Madagaskaru itd. Pomanje kao voda prozirne lece nalaze u Ugarskoj (marmaroški dijamanti) i u kararskom mramoru. U Moslavačkoj gori nalaze lijepe čadavce (moslavački čadavi topaz, od kog su god. 1881. napravili dijadem za kraljevnu Stefaniju), a naplavljene sitne

[1]) Balasia, grad u istočnoj Indiji, gdje ga je Mlečanin Marko Polo (13. stolj.) našao. [2]) gr. pleonasma, suvišak, jer se na oktaedru pokazuju sitne ploče od 303. [3]) gr. amethystos, od pijanstva čuvajući, jer su ga prije uza se nosili u misli, da se onda ne mogu opiti. [4]) Radi narančaste žute boje. [5]) Valjda od franc. aventure, slučaj, po staklu istog imena, što su ga slučajno napravili. [6]) gr. prason, luk.

lece prozirca nalaze u velikoj množini na ličkoj visočini, te kod Gredana blizu Topuskog.

b) Kriptokristalinske (guste), prozračne i neprozirne vrste kremena:

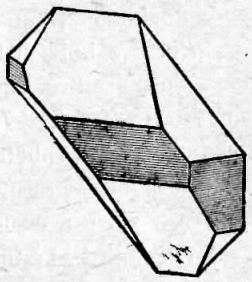
Sl. 156.



Brušeni ahati. (Fotografirano po naravi.)

J a s p i s[1]) neproziran, crven, žut, smeđ, siv; d r e s v a, sive smeđe boje, na bridovima prozračna; njom je obično drvlje okamenjeno; k r e m e n i š k r i l j a v a c, c r n, neproziran, škriljavo se kala (lidit u zlatara); p r o s t i, g u s t i kremen;

Sl. 155.



Plohe prizme su horizontalno isprutane.

zatim o p a l n i k r e m e n, koji se djelomice u vrelom kalijevom lugu topi, jer je smiješan od kristalinske i amorine kremene kiseline (opal); k r e s i v a c, siv, smeđ, crn, na bridovima prozračan, prelomine sa oštrim bridovima, kao kruglje u kredi uložen; k a l c e d o n[2]), prozračan, bijel, modrušast, žućkast, smeđ, crven (k a r n e o l[3]), kao jabuka zelen (h r i z o p r a s[4]), kao luk zelen (p l a z m a[5]), tamno zelen, često s uprskanim crvenim jaspisom (h e l i o t r o p[1]), bijel i crven (s a r d o n i x) ili složen od bijelih i crnih slojeva (o n i x[2]), jasno bojadisan sa uraslim drvolikim šarama. a h a t[3]) (sl. 156.), često u gomoljima, koji se sastoje od tankih zaokruženih naslaga razno bojadisanih vrsta kalcedona, jaspisa itd.

[1]) grčko ime za tu rudu. [2]) Chalcedon, mjesto u maloj Aziji. [3]) lat. c a r n e u s, mesnate boje. [4]) gr. c h r y s o s, zlato; p r a s i s, prodaja. [5]) p l a s m a, tvorina, slika.

Kalcedoni dadu se bojama napajati i tako bojadisati. Onikse upotrebljavali su u starom vijeku često za kameje.

Kremen je vrlo raširena ruda. On tvori sastavni dio mnogoga kamenja, a i sam tvori cijele naslage. Ljepše vrste bruse za uresno kamenje, a proste vrste upotrebljavaju za pravljenje stakla.

Cirkon (Zirkon).[4])

Tetragonski, u jasnim lecima (slož. sl. 74., 75., 76. i 80.). Bez boje i bojadisan; — proziran — neproziran. Crta je bijela; tvrdoća 7·5, gustoća oko 4·5; ZrO_2, SiO_2.

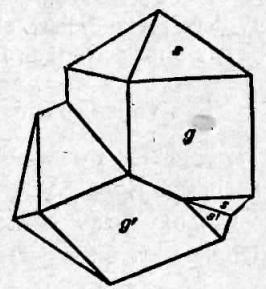
Dragi cirkon ili j a c i n t (hyacinth) cijenjen je kao dragulj. On je proziran, boje je crvenkasto smeđe, sjaja alemova. Ako ga pred puhaljkom grijemo, onda ostane bez boje. Ovakvi žareni cirkoni se bruse kao dijamanti, pa se često pod imenom dijamanta prodaju. Prosti cirkon je vrlo različne, ponajviše mutne boje.

Najviše cirkona nalaze u riječnom pijesku na Cejlonu. No nalaze ga i urasla u kamenju u Uralu, Norveškoj (u sijenitu), sjevernoj Americi itd.

Kositrena rudača (kasiterit).[5])

Tetragonski, obični složaj: P. ∞P; srastaci su vrlo česti, a srasli su smjerom plohe P∞ (sl. 157.). Gdjekad kao popunci (pseudomorfoza) ortoklasovih ledaca. Osim toga ima ga zrnata, rjeđe vlaknasta, a i naplavljena kao kositreni pijesak. Obično je bojadisan smeđe — crno; crta je jasno smeđa, a sjaja alemova masna; tvrdoće = 6·5, gust. blizu 7; SnO_2 sa 78·6 post. Sn.

Sl. 157.



Nalazi se u češko-saskom Rudogorju (Altenburg, Zinwald, Schlaggenwald, Grauppen), u Engleskoj (Cornwall), istočnoj Indiji (kao pijesak na Malaki i Banki), u Americi (Kalifornija, Bolivija). Kositrena rudača je jedina ruda, od koje se kositar uvelike dobiva.

[1]) gr. h e l i o s, sunce; t r e p o, okrećem. [2]) gr. o n y x, nokat. [3]) Achatus rijeka u Siciliji. [4]) Valjda od j a r g o n, kako su stariji franc. draguljari nazivali dijamanta slično kamenje. [5]) gr. k a s s i t e r o s, kositar.

Rutil[1]) tetragonski (izomorfan s kositrenom rudačom), obično u iglastim lecima, a najviše u sraslacima; kala se smjerom ∞P; boje je crvenkasto smeđe crne; crta je žućkasto smeđa. Tvr. = 6, gust. = 4·2; TiO_2 (titanov oksid). Često je u kremenu urastao.

Piroluzit[2]) (pyrolusit, manganova rudača).

Rompski, leci kratki, stubasti, isprutani, gdjekada na krajevima raščihani, no ima ga i u vlaknastim nakupinama, te gusta i zemljasta.

Boje je svijetlo crne kao željezo, crta crna; tvr. oko 2, gust. oko 5; MnO_2 (manganov superoksid). Nalaze ga u Bosni (Čevljanović, Ivanjska, Vareš, Gornji Vakuf uz druge manganove rudače), Durinškoj šumi (Ilmenau), na Harzu (Ilefeld), u Saskoj (Johann-Georgenstadt), Češkoj (Irgang kod Plattena) itd. Upotrebljavaju ga za dobivanje kisika, solika, za oduzimanje boja i za bojadisanje stakla i caklovine itd.

2. Razred. **Hidroksidi.**

Manganit, rompski, stubasto; crn; crt smeđ; tvr. = 4, gust. = 4·3; $Mn_2H_2O_4$ (manganov hidroksid). — **Psilomelan,** bubrežast, sigast; crn; crt crno smeđ; MnO_2 i uz to u različitoj množini MnO, BaO, K_2O, H_2O itd. — **Wad**[3]), kao prevlaka i zemljast, pjenušast; smeđ; crt smeđ, sjajan; podatan; piše; kemijski sastav kao i u psilomelana, samo ima više vode.

Pirosiderit (pyrrhosiderit, goethit).

Rompski; leci iglasti, vlasasti ili lopušasti, obično sitni, zatim u vlasastim, lopušastim i gustim nakupinama kao i gnjeda rudača.

Boje je žućkasto smeđe, crvenkasto smeđe i crne: crta je žućkasto smeđa; tvrdoće preko 5, gust. oko 4; $(Fe_2)\ H_2\ O_4 = Fe_2O_3, H_2O$ sa 63 post. Fe.

Iz pirosiderita kao i iz gnjede željezne rudače vade željezo.

Gnjeda željezna rudača (limonit).[4])

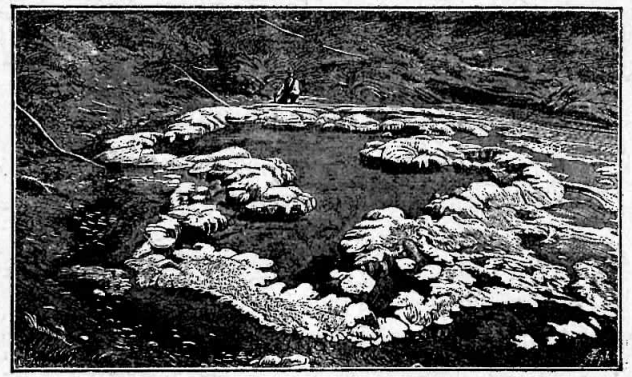
Dolazi u kristalinskim i gustim nakupinama. Lečani oblici potječu od pseudomorfoza. Vlaknaste, kruglјaste nakupine zovu gnjedom caklavicom, ikraste vrste gnjedim ikrovcem, šljunkaste komade bobovcem, a guste i zemljaste vrste, koje su često glinom onečišćene, zovu žutom glinenom željeznom rudačom ili žutom rdom.

Boje je smeđe, gnjede; crta žuto smeđa. Tvr. gotovo 5·5, gustoće oko 3·5; u glavnom $2\ Fe_2O_3, 3H_2O$ sa 50% Fe. U zatvorenoj cijevi daje vodu. Sa sodom na ugljenu žaren stvara željezno zrno.

[1]) lat. rutilus, crvenkast. [2]) gr. pyr, vatra, luo, ispirem, jer ga meću u gdjekoje staklo, da mu boju oduzmu. [3]) engl. wad, pamučna vata. [4]) gr. leimon, livada, močvara, jer se često u močvarama tvori

Limonit je vrlo raširena željezna rudača; ona se neprestano stvara trošenjem raznovrsnih ruda, u kojima ima željeza, te tvori mjestimice prevlake, a mjestimice i cijele naslage. Ima ga u Hrvatskoj malo ne po svim gorama, a po rudarstvo važnija su nalazišta: u Trgovskoj gori kod Bešlinca, Petrovoj gori kod Vranovine, te u gorskom kotaru kod Mrzle Vodice i Crnog Luga. U Bosni ima gnjede rudače u dolini Japre, Starog Majdana, Bronzanog Majdana, Ključa, Vareša, Sinjakova, Kreševa, Fojnice, Kupresa, Ivanovice, Ostroga i Smrčevice.

Sl. 158.



Kotlina gejzira »Deluge« u Nationalparku Sjeverne Amerike. s rubom od kremene cjedine. (Po fotografiji.)

Opal.[1])

Amorfan, gromadast i uprskan; bez boje, no obično bojadisan; sjaj je staklena i masna; proziran — neproziran; tvr. = 5·5—6·5, gust. oko 2; SiO_2 s vodom. Pred puhaljkom se ne tali, ali se većinom raspuktava; u vrelom kalijevom lugu se gotovo sav rastapa.

Dragi opal, prozračan, prelijeva se bojama duge, radi čega je cijenjen kao dragulj. Radi lijepa prelijevanja boja na glasu je ugarski mliječni, jasno sivi opal. Najstariji rudnici opala nalaze se kod Crvenice u Ugarskoj, gdje se on javlja po pukotinama ili uprskan u trahitu.

Najveći komad dragog ugarskog opala, 2940 karata (595 grama) težak, nebrušen, nalazi se u Beču u dvorskoj mineralnoj zbirci.

Vatreni opal je blijede, žućkasto crvene boje, prozračan, prelijeva se crvenkastim i zelenkastim svijetlom, a nalazi se u trahitu kod Zimapana u Meniku. Hidrofan[2]), bijel i neproziran, u vodi i u ulju se napije i

[1]) gr. opallios, dragulj. [2]) hydor, voda, phanos, svjetiljka.

postane proziran i svjetlucav; mliječni opal, bijel je kao mlijeko, prozračan — neproziran; voštani opal, žut kao vosak, prozračan; hialit[1]), bez boje, proziran, grozdolik, bubrežast; kašolong[2]), žućkasto bijel, bijel, slaba sjaja, neproziran, tvori prevlake; kremena cjedina, stvara se kao talog uz vrele izvore (gejzire, sl. 158.), menilit, smeđi i sivi gomolji kod Menilmontanta kraj Pariza; poluopal ili drveni opal, okamenjuje drveće; jaspopal, crven, smeđ, rđast, masna sjaja, neproziran, ima puno željeza.

Sasolin, nalazi se u sitnim listićima, ljuskama ili vlakancima, zatim u korastim ili sigastim nakupinama, te je bez boje, li žućkasto bijel; sjaja je biserna, a opipa masna; okusa je slabo kisela i gorka. H_3BO_3. Hvata se na gdjekojim vulkanima ili se taloži u nekim toplim vrelima na pr. u Toskani (Sasso itd.).

IV. RED. HALOIDI.[3])

Spojevi kovina s klorom, bromom, jodom i fluorom. Nekovna lica, ponajviše jasno obojeni, malene tvrdoće i gustoće.

Slankamen.

Teseralno, gotovo uvijek samo u heksaedrima; ponajviše u zrnatim i gustim nakupinama, gdješto vlaknast i uprskan. Smjerom heksaedra se savršeno kala; bez boje, bijel, siv, crven, žućkast, rijetko modar ili zelen. Sjaja je staklena; proziran ili slabo prozračan; toplinu propušta vrlo lako[4]); okusa je vrlo slana. Tvr. = 2, gust. 2·1—2·2; NaCl, a uz to više puta nešto malo magnezijeva i vapnikova klorida, radi čega ima sol to svojstvo, da vlagu upija. 100 dijelova hladne ili tople vode topi 37 dijelova slankamena, pa radi toga ima zasićena rastopina 27 postotaka soli.

Slankamen je vrlo raširena ruda i javlja se u svim geološkim formacijama, gdje tvori ogromne naslage i grede. Naslage kamene soli, što ih nalazimo na sjevernom rubu vapnenih Alpa kod Ausse-a, Ischla, Hallstatta, Halleina, Halla i Berchtesgadena, pripadaju trijaskoj formaciji. Sol se tu javlja u društvu sa sadrom i anhidritom, uložena u glinenastom, pjeskovitom kamenu. Kako je tu sol nečista, to se prave podzemne dvorane, u koje se pušta voda, da se sol rastopi. Solju zasićena voda diže se kroz cijevi u varišta, gdje se grijanjem voda ispari, a preostane varena sol.

Naslage soli kod Tuzle u Bosni, u Karpatima (Vielička, Bohnija, Kalusz u Galiciji; Slatina i Ronaszek u Ugarskoj; Thorda

[1]) gr. hyalos, staklo. [2]) Mongolsko ime. [3]) Na sol nalične rude; slankamen (gr. hals) po licu, tvrdoći i gustoći slične rude. [4]) Za to bruse od slankamena leće, da skupljaju malene množine topline.

Maros-Ujvar, Parajd itd. u Sedmogradskoj), kao što i one kod Cardone u Španjolskoj pripadaju tercijarnoj formaciji. Sol se tu izmjenjuje s naslagama sadre, anhidrita i gline. Kod Cardone i Parajda izlaze naslage soli do površja.

Kod Stassfurta na sjevernom rubu Harza, za tim kod Sperenberga južno od Berlina nalaze se naslage slankamena, koje pripadaju permskoj formaciji.

Na slankamenu u Stassfurtu leže ispod pokrova od anhidrita i gline znameniti i debeli slojevi od kalijevih i magnezijevih soli (karnalit, silvin itd.), koje su posljednje vrijeme došle do ogromne vrijednosti u tvorničarskoj industriji. Slične soli (na pr. silvin) dobivaju i kod Kalusza.

Rudokopa slankamena ima nadalje u Würtembergu, Badenu, Lotringiji, Engleskoj itd.

Znamenitu množinu soli dobivamo iz mora (morska sol), u kom ima u prosjeku 2·5 postotka kuhinjske soli, isto tako iz slanih jezera.

U toplijim krajevima prave na ravnoj obali posebna »slaništa«, t. j. mnogobrojna, pravilna i plitka jezerca, kroz koja voda polagano protječe, te isparivanjem sve to slanija postaje. U zadnjim jezercima se napokon taloži morska sol. U hladnijim krajevima može se kuhinjska sol dobivati od morske vode, ako se pusti, da se smrzne u zatonima ili priređenim jezercima. Na dalmatinskoj obali nalazi se najveće slanište kod Stona, nedaleko od Dubrovnika, gdje se radi od svibnja do kolovoza, dok ne počnu kiše. Drugo slanište je na otoku Pagu, a treće na Rabu. Godine 1898. dobilo se iz ta tri slaništa 115.785 metr. centi morske soli. Veliko slanište nalazi se u Istri kod Pirana. U Francuskoj, Španjolskoj i Portugalskoj troši se ponajviše morska sol. Rusija dobiva vrlo mnogo soli iz Eltonskoga jezera.

Mnogo se kuhinjske soli dobiva i iz slanih izvora. Ako takve vode nemaju dovoljne množine soli, to se one prije kuhanja prelijevaju preko »kapalâ«. Ta kapala prave od granja, koje poslažu u pravilne kupove u obliku debelih zidova, a postavljaju se tako, da kroz njih može vjetar lako proći. Voda iz izvora pušta se nekoliko puta preko kapala, da lagano kroz granje prokaplje, te se pri tomu nešto ispari i postane slanija.

U Hrvatskoj ima više slanih izvora, no svi su od malene vrijednosti. Poznatiji slani izvori nalaze se kod Stubičkih Toplica (Slani potok sa 1·56 postotka soli), kod Varaždinskih Toplica (potok Slanje), kod Slankamena, Brubna, Klasnića i Cetine. U Bosni na glasu su slani izvori kod Tuzle. Danas ima tu pet navrtanih izvora, iz kojih se na dan sisaljkom izvuče oko 3000 hektolitara slane vode. U hektolitru tekućine ima 30—32 klg. soli. Nešto preko jedne trećine se iskuha u dvije solane (Simin-han, Dolnja

Tuzla), te dobije godišnje oko 140.000 metr. centi soli, dok se ostala množina obradi u tvornici za amonijak-sodu u Lukavcu kod Tuzle.

Sol je za čovjeka od neizmjerne vrijednosti; on je treba kao primjesu k hrani, za stoku; od nje pravi s o d u, salmijak, klor, itd.

Nema sumnje, da su sve naslage kamene soli postale polaganim isparivanjem slanih voda. Kada se morska voda isparuje, onda se iz nje odlučuju različite soli obrnutim redom prema njihovoj topivosti. Muljevite naplovine stvaraju u kotlinama nad staloženom solju glinaste naslage, koje onda kao pokrov čuvaju samu sol.

Ako se pojedini morski rukavi odijele od otvorena mora posve ili samo toliko, da se pritok vode znatno umanji, onda na takvom mjestu može lako doći do taloženja soli. Jedan takav primjer nalazimo danas u istočnom zalivu Kaspijskoga mora, u Karaburgasu (Adži-Darja).

Silvin, u bitnom KCl; po fizikalnim svojstvima naliči slankamenu, ima ga u gdjekojim rudnicima (na pr. Stassfurt, Kalusz) i po vulkanima (Vezuv). Od njega prave kalijevu salitru, potašu i fosfatno gnojivo.

Karnalit (»carnallit«); rompski, ponajviše u krupnozrnim nakupinama, koje su vrlo često putenasto crvene boje; KCl, $MgCl_2$ $6H_2O$; na zraku se razmoči; daje sa silvinom izvrstan materijal za kalijevu industriju u Stassfurtu.

Fluorit.

Teseralno, najobičniji složaji na sl. 41., 42., 43. i 44. Leci su više puta veliki i lijepo razvijeni. Oni su ili pojedince prirasli ili su se složili u različne kupove i kukance; sraslaci, a i zrnate guste i zemljaste nakupine. Kala se savršeno smjerom oktaedra; bez boje, gdjekad kao voda proziran, obično je raznolično bojadisan. Sjaja je staklena; gdjekoje vrste grijanjem fosforesciraju, druge opet fluoresciraju. Tvr. = 4, gust. = 3·2; $Ca\ Fl_2$; pred puhaljkom se jako raspuktava, a plamen bojadiše žućkasto crveno.

Fluorit se vrlo često javlja po žicama (Engleska, Saska, Harz itd.). Lijepe se vrste izrađuju za uresnine, a inače prave od njega fluornu kiselinu, pridodaju rudama, da se lakše tale itd.

Kriolit (Kryolith).[1])

Triklinski; leci su sitni i rijetki: obično se pojavljuju u velikim, nepravilnim individuima, te u zrnatim i lopušastim nakupinama. Kala se smjerom oP, $\infty'P$ i $\infty P'$ u tri pravca, koji međusobno gotovo okomito stoje. Na oP pokazuje biserni sjaj; prozračan; tvr. = 2·5, gust. = 3; $Na_6(Al_2)\ Fl_{12}$, pred puhaljkom se vrlo lako tali i bojadiše plamen žuto.

[1]) gr. kryos, mraz, led

Nalazi se u južnom Grönlandu, te kod Miaska na Uralu, a upotrebljavaju ga za dobivanje sode, aluminijeva sulfata i aluminija.

Salmijak[1]) nišador, teseralno, ponajviše kao siga, okorušina ili zemljasta prevlaka; bez boje, žut i smeđ; mekan i žilav; tvr. = 1·5, gust. = 1·5; (NH_4Cl. Okusa neugodno oštra i slana. Nalaze ga u pukotinama po vulkanskim kraterima i lavi, te po kamenom ugljevlju.

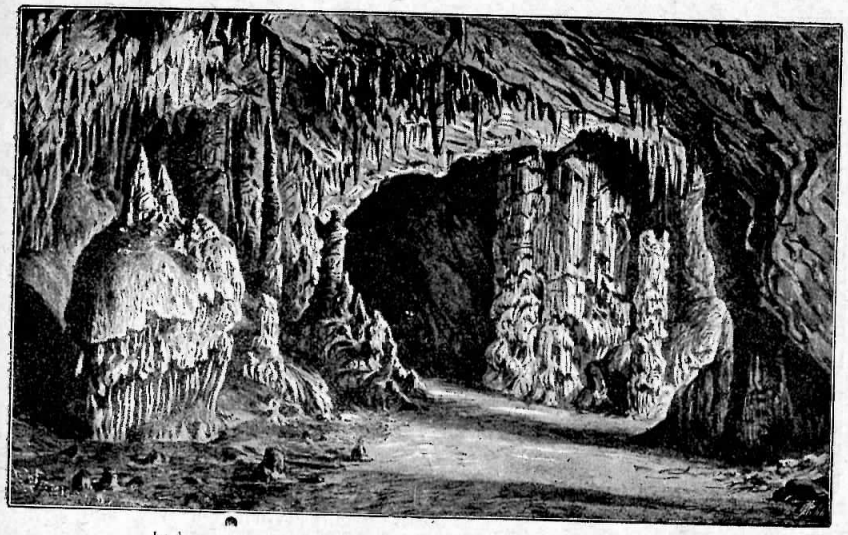
V. RED. KISIKOVE SOLI.

1. Razred. Karbonati.

Vapnenac.

Romboedrijski, temeljni romboedar (R) s ovršnim bridom od 105°5′ (oblik taj je rijedak, ali često kao iscjepina). Pojavljuje se u mnogobrojnim

Sl. 159.



Jedan dio postojnske špilje. (Po jednoj fotografiji.)

oblicima i složajima (složaji na sl. 131.—137.); sraslaci nijesu rijetki; vrlo često ga ima u lečanim i kristalinskim nakupinama, ponajviše u zrnatim i gustim; više put kao pseudomorfoza; kala se savršeno smjerom R; on je bez boje i bojadisan; proziran — neproziran; jasna dvoloma (str. 34.); tvr. = 3, gust. = 2·7; $CaCO_3$ (kalcijev karbonat), često onečišćen primjesama. Pred puhaljkom se ne tali, nego se pretvara u jetko vapno; sa solnom kiselinom š u m i.

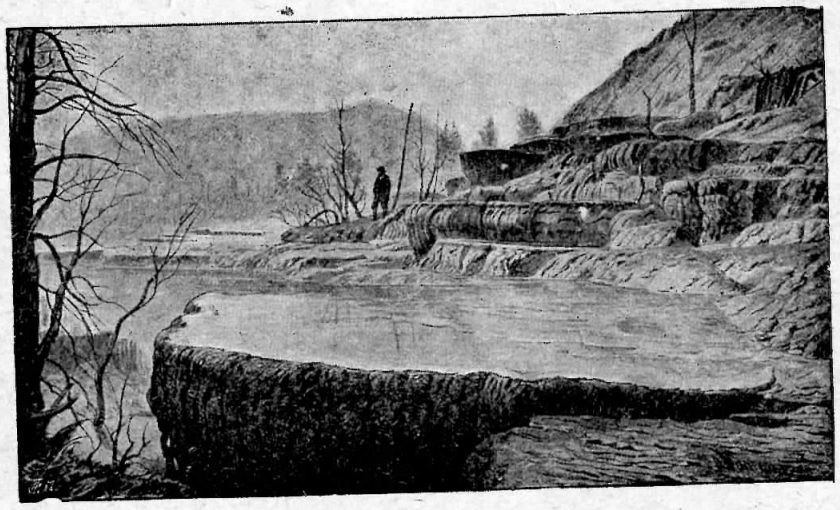
[1]) lat. s a l a m o n i u m.

Kad se vapnenac žari, kako to čine u posebnim pećima (vapnenice), onda se iz njega istjera ugljična kiselina, a preostane vapnikov kis (CaO), poznat pod imenom žeženog, paljenog ili jetkog vapna. To je bijela ili siva, tvrda tvar, koja se ne da ni uz jednu temperaturu rastaliti.

Ako žeženo vapno dođe u dodir sa vodom, onda se ono kemijski spaja s vodom u vapnikov hidroksid (CaO, H_2O), pri čemu se napuhava i raspada (gašenje vapna). S većom množinom vode daje ono vapneno mlijeko.

Među uleđenim vrstama najvažniji je dvolomac, a među kristalinskim najznamenitije su zrnate i guste, bijele i bojadisane vrste, poznate

Sl. 160.



Jedan dio terasa vapnene cjedine na Mamutovim izvorima u »Nationalparku« (Sjeverna Amerika).

pod imenom mramor. Kao daljne odlike vapnenca spomenuti je još. sigu (sl. 159. i 174.), lapor (vapnenac, u kom ima gline), kredu itd. Vapnenac ide među najraširenije rude, te tvori sam za sebe cijele gore i pećine ili tvori sastavni dio vapnenih škriljavaca. Kao vapneni mačak i vapnena cjedina tvori se on neprestano u vapnovitim vodama (sl. 160.).

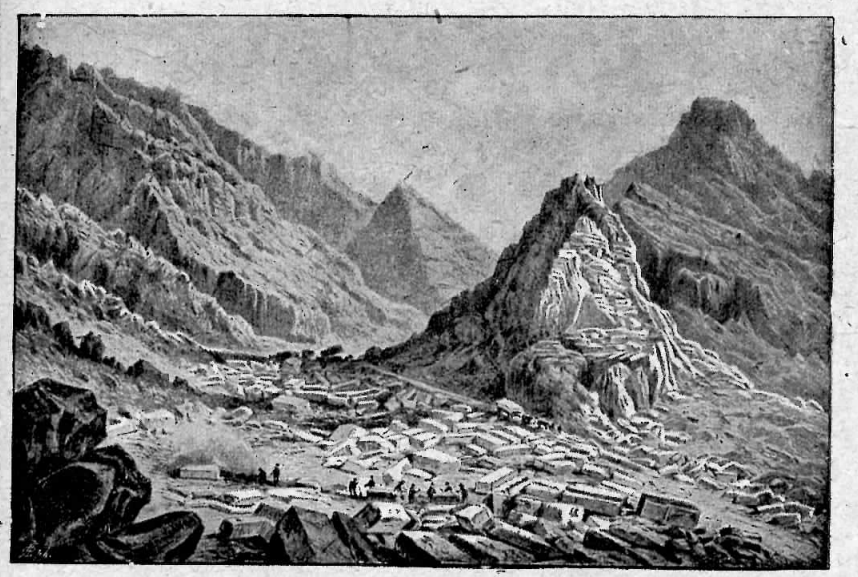
Vapnenac se gotovo ništa ne topi u čistoj vodi, ali se lako topi u vodi, u kojoj ima ugljične kiseline. Iz ovakove rastopine izlučuje se opet vapnenac, kad se iz vode izgubi ugljična kiselina, bilo polaganim kapanjem u špiljama i pukotinama,

bilo rasprskavanjem pri vodopadima, ili utjecajem životnog rada bilina, te pri tom nastaje siga, vapneni mačak i vapnena cjedina.

Travertin (vapneni mačak) rijeke Anio kod Tivolija blizu Rima, od kog je izgrađen Rim, staložio se iz vapnovite vode, koja je padala preko pećina, obraslih mahovinama i resinama.

Poraba vapnenca je vrlo velika. Dvolomac, što ga nalaze na Islandu (islandski dvolomac), izrađuju za optičke sprave. Bijele zrnate mramore (na pr. kararski mramor, sl. 161.) upotrebljavaju u kiparstvu, dok guste i bojadisane mramore izrađuju kao uresno i građevno kamenje. Žeženi vap-

Sl. 161.



Kamenolomi mramora u Carrari.

nenci se u veliko upotrebljavaju kao zamaz. Guste škriljave vapnence (Solnhofen, sl. 162.) uzimaju za pločnike i kao litografsko kamenje. Neke vrste glinena lapora pale i prave tako hidraulijsko vapno.

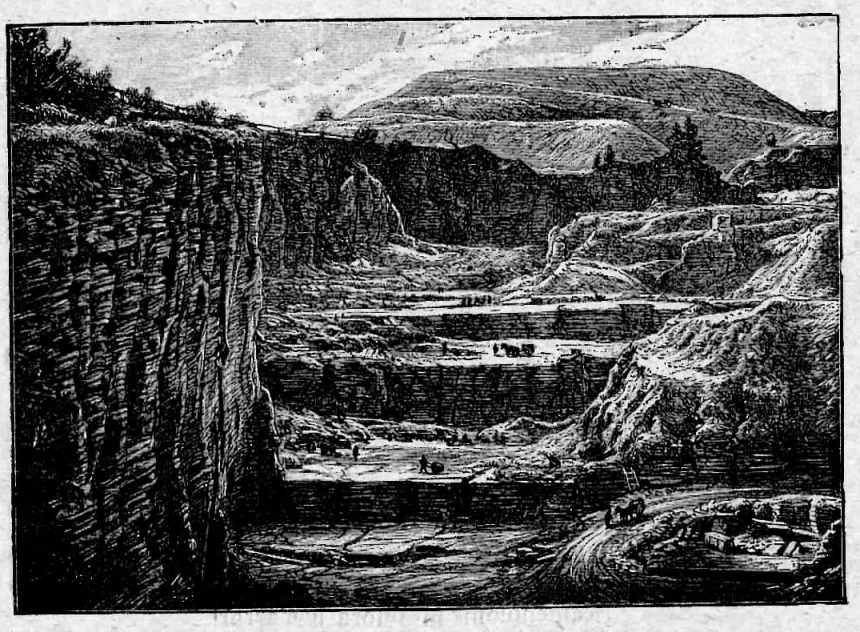
Voda, u kojoj ima ugljične kiseline, ima veliki utjecaj pri rastvaranju silikata, te može s osnovama (vapno, magnezija, željezni oksidul itd.) dotičnih silikata, stvarati karbonate. Da spomenemo samo dvolomac u pukotinama islandskog mendulaša, vapnenac i ociljevac (često u lijepim lecima) u rudnim žicama kod Ledinaca, Přibrama, Andreasberga, Devonshire-a u Engleskoj itd.

Vrlo je vjerojatno, da je ipak najveći dio vapnenaca na zemlji postao utjecanjem organskoga svijeta. Ovakvi zoogeni i fitogeni vapnenci mogli su se utjecanjem kasnijih geoloških sila pretvoriti u guste i u kristalinsko-zrnate vapnence

Dolomit.[1])

Romboedrijski, izoforman sa vapnencem. Najobičniji oblik mu je temeljni romboedar R. Najviše ga nalaze razno zrnata i gusta. Kala se smjerom R, ali ne tako savršeno kao vapnenac. Boje je većinom jasne, a sjaja gdjekad biserna. Tvr. blizu 4, gust. oko 2·9. On sastoji od $CaCO_3 + MgCO_3$, a uz to ima uvijek ponešto Fe i Mn, pa radi toga mu rastrošina biva smeđa. U solnoj kiselini šumi onda, ako je strven i ugrijan. Dolomit tvori u mnogom gorju ogromne naslage.

Sl. 162



Kamenolomi kod Solnhofena u Bavarskoj. (Po fotografiji.)

Magnezit.

Romboedrijski, izomorfan sa vapnencem i dolomitom. Nalaze ga u uraslim temeljnim romboedrima, te u zrnatim i gustim nakupinama. Kala se savršeno smjerom R; bez boje, bijel, siv, žućkast, rdast i smeđ. Tvrdoća = 4, gust. oko 3. Sastoji od $MgCO_3$, a uz to ponešto Fe i Mn, a u gustim odlikama i SiO_2. Samo strven prah šumi u vrelој solnoj kiselini.

Magnezita ima u Hrvatskoj u Fruškoj gori, te u mnogim mjestima u Bosni uz serpentin, za tim u Štajerskoj, Moravskoj itd. Upotrebljavaju ga

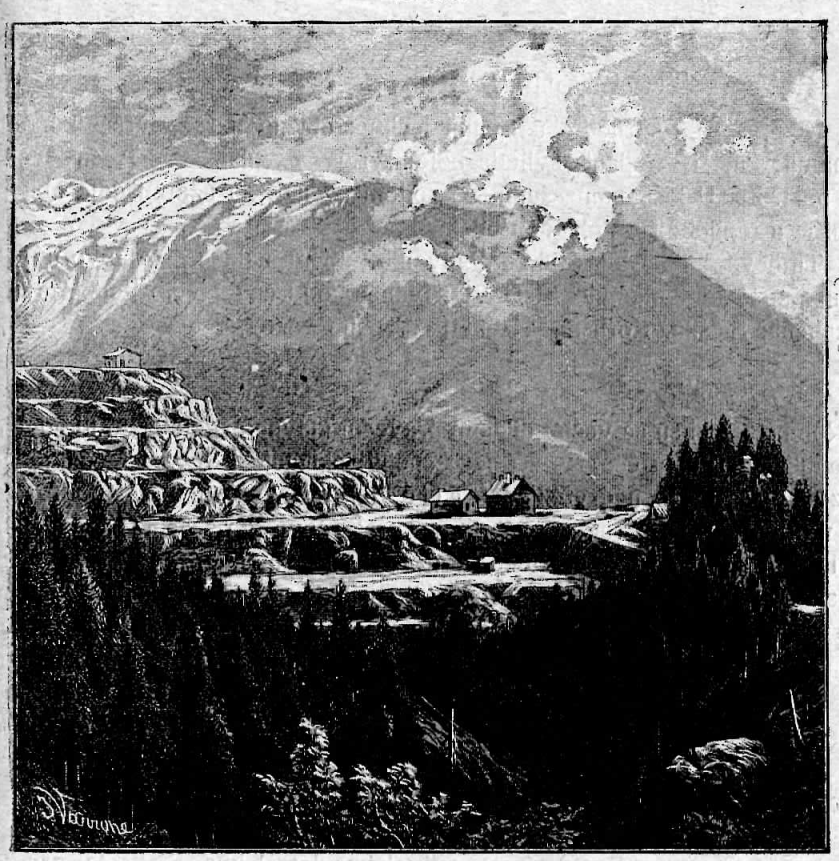
[1]) Dolomieu (1750.—1802.), profesor mineralogije u Parizu.

za priugotavljanje ugljične kiseline i gorke soli, u Štajerskoj ga uzimaju za pravljenje u vatri trajnih opeka.

Ociljevac (siderit).[1])

Romboedrijski, često temeljni romboedar R; romboedru su često plohe zavinute; mnogo u zrnatim nakupinama, rjeđe u krugljastim i bubrežastim

Sl. 163.



Otkapanje ociljevca u terasama na Erzbergu u Štajerskoj.

oblicima. Savršeno se kala smjerom R; boje je žućkasto sive — žućkasto smeđe, trošenjem postaje smeđ — crn; sjaja je biserna. Tv. = 3·5—4, gust. oko 4; $FeCO_3$ (željezni karbonat) sa 48·3 postotka željeza, a uz to

[1]) gr. sideros, željezo.

često kao zamjenjujuće sastavine Mn, Mg i Ca. Kiseline ga sa šumom rastapaju. Pred puhaljkom pocrni.

Gusti ociljevac s primiješanom glinom javlja se u krugljastim oblicima ili u ogromnim naslagama, poglavito uložen u kameno-ugljenoj formaciji. Obično je on tu s ugljenom pomiješan, crne je boje i zove se ugljeviti željezovac (engl. black-band). Ociljevac je veoma važna željezna rudača, a nalaze ga u Hrvatskoj u Samoborskoj gori (Rude), Trgovskoj gori (Ljubina, Bešlinac), Petrovoj gori, u Bosni (obično uz druge željezne rudače), u Štajerskoj (Erzberg. sl. 163.), Koruškoj (Hüttenberg), Engleskoj itd.

Tutijevac (smithsonit).[1])

Romboedrijski, rijetko u jasnim lecima, obično u raznovrsnim nakupinama; gust i zemljast; svijetle boje; tvr. = 5, gust. = 4·3; $ZnCO_3$ sa 52 post. Zn. U kiselinama šumi. Sa sodom na ugljenu užaren daje obljep, koji je u toplini žut, a ohlađen bijel.

Tutijevac upotrebljavaju za dobivanje tutije, a nalaze ga gotovo uvijek skupa s riedom kalaminom (str. 91); Ivanec kod Lepoglave, Altenburg kod Aachena, Šleska, Koruška, Banat itd.

Aragonit.

Rompski, leci su se većim dijelom pravcem glavne osi stubasto ili iglasto produljili, te dosta često u sraslace spojili; šipkaste i vlaknaste nakupine razvijaju se često u drvolikim (željezni cvijet) ili korastim (vrelovac) oblicima; krugljasto ljuskave vrste zovu grašenjakom. On je ili bez boje, ili bijel, žut, smeđ itd.; proziran — neproziran. Tvr. oko 3·5, gust. = 3; $CaCO_3$, kao i vapnenac (dimorfizam str. 44); u solnoj kiselini šumi. Pred puhaljkom se ne tali, nego se pretvara u jetko vapno. Uleđena aragonita nalaze u Češkoj (Hořenc), Španjolskoj (Aragonija), Francuskoj (Pireneji), Ugarskoj (Herrengrund) itd.; željezna cvijeta ima kod Erzberga u Štajerskoj, kod Hüttenberga u Koruškoj; vrelovca i grašenjaka kod Karlsbada u Češkoj.

Bijeli olovnjak (cerussit).[2])

Rompski (slož. sl. 95.), često u dvojcima i trojcima. Šipkaste, zrnate nakupine; gust i zemljast. Sad je bez boje, a sad opet bijel, siv, crn; sjaja alemova — voštana; proziran — prozračan; crta bijela; tvr. = 3·5;

[1]) Smithson, engleski kemik, koji je god. 1879. dokazao, da jedna vrsta kalamine sadržaje ugljične, a druga kremene kiseline. [2]) lat. cerussa, olovno bjelilo.

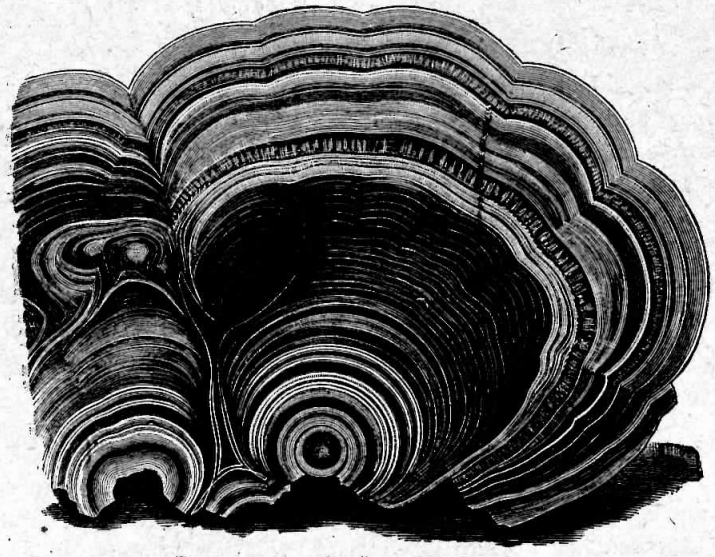
gust. = 6·5; $PbCO_3$. Dolazi obično uz olovni sjajnik (na pr. Přibram itd.), pa gdjegod ga ima u većoj množini, tamo iz njega vade olovo.

Soda cvjeta na nekim mjestima iz zemlje (Ugarska kod Debrecina) po vulkanskom kamenju ili je ima rastopljene u natronskim jezerima (gornji Egipat), gdje se na dno taloži. $Na_2CO_3 + 10H_2O$.

Malahit.[1])

Monoklinski, no malo ne uvijek u bubrežasto lopušastim i trakastim nakupinama (sl. 164.), te u bubrežastim, sigastim itd. oblicima. Lijepe pseudomorfoze (pretvorine) po bakrenoj rudači, azuritu i bakru. Boje je

Sl. 164



Prorezan i nabrušen malahit.

smaragdene, koja je u pojedinim slojevima ponešto različita; crta je zelena; tvr. blizu 4, gust. oko 4; Cu_2CO_3, H_2O = $CuCO_3$, CuO, H_2O sa 57·4 post. Cu. U kiselinama se sa šumom rastapa, rastopina modra, zaronjeno željezo pocrveni od bakrena obljepa.

Gdjekoje vrste pokazuju u prerezu različne šare, pa se upotrebljavaju za uresnine. Malahit se reže u tanke ploče, pa se s njim popločuju razni predmeti. Malahit kao prevlaka na starinskom bakru zove se patina (vidi str. 54). Malahit je važna bakrena rudača, a nalaze ga na Uralu (Nižnji Tagilsk, Gumeševsk), u Banatu, Engleskoj, Americi, Australiji itd. Nešto

[1]) malache, sljez.

malo ga ima u zagrebačkoj okolici, a u Bosni je poznat na više mjesta (Sinjakovo, Kreševo, Fojnica itd.).

Azurit[1])

Monoklinski, više puta u jasnim lecima; gust, zemljast. Boje tamno — svijetlo modre; crta je svijetlo modra; tvr. blizu 4, gust. = 3.7. $Cu_3C_2O_7$, H_2O = $2CuCO_3$, CuO, H_2O sa 55·2 post. Cu. U kiselinama se sa šumom topi. Pretvara se kadšto u malahit.

Azurit se obično nalazi uz malahit, lijepih ledaca nalaze kod Liona (Chessy), te u Moldavi i Banatu. Iz njega vade bakar.

2. razred. Sulfati.

Anhidrit.[2])

Rompski; leci su rijetki, najviše se nalaze kockaste iscjepine, jer se anhidrit dobro kala smjerom triju pinakoida; najviše ga ima u zrnatim i gustim nakupinama. Anhidrit je sad bez boje, a sad bijel, više puta nešto modrušast ili crvenkast; prema tomu je sad proziran, sad neproziran. Tvr. = 3·5, gust. oko 3; $CaSO_4$, užaren u zatvorenoj cijevi ne daje vode, pred puhaljkom pucketa i tali se u bijeli email. U solnoj kiselini se topi. Rastopina daje s barijevim kloridom težak talog od barita; gdjekad se spaja s vodom i pretvara u sadru. Anhidrit služi u iste svrhe, u koje i sadra, a dolazi u prirodi uz sadru.

Barit[3]) (težac).

Rompski, u vrlo različitim složajima, koji su sad pločasti (sl. 91. i 92.), sad stubasti, pri čem obično preteže prizma $\infty\breve{P}2$. Nadalje ga ima u raznoličnim kukancima, te u šipkastim, škriljavim, vlaknastim, zrnatim i gustim skupinama, a gdješto i zemljasta. Kala se savršeno smjerom brahipinakoida $\infty\breve{P}\infty$, a nešto slabije smjerom makrodome $\breve{P}\infty$. On je bez boje, a i bojadisan, rijetko tamno proziran — prozračan; tvr. = 3·5, gust. = 4·5; $BaSO_4$. Pred puhaljkom se jako raspuktava, tali se vrlo teško, a pri tom bojadiše plamen žućkasto zeleno. Ako neke vrste držimo u svijetlu ili vatri, onda svijetle i u tmici. Barit nalaze vrlo često po kamenim žicama. Bijeli barit melju i miješaju u olovnu bijelu boju.

Celestin.[4])

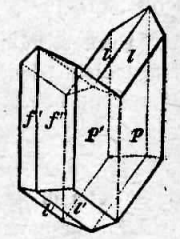
Rompski, te je izomorfan s baritom. Dugi, stubasti leci (sl. 93.) skupili su se ponajviše u kukance, a nakupina ima šipkastih, lopušastih, vlaknastih i gustih. Kalavosti je iste kao barit. On je bez boje, bijel ili modar kao nebo; proziran, slabo prozračan; tvr. = 3·5, gust. = 4; $SrSO_4$ (Sr djelomice sa Ba zamijenjen), pred puhaljkom se raspuktava, tali se dosta lako, a plamen bojadiše crveno (osobito ako se ruda u nutarnjem plamenu žari i namoči solnom kiselinom).

Nalaze ga u Hrvatskoj kod Radoboja, u Siciliji (sa sumporom), u Ugarskoj (Herrengrund) itd., te je u opće dosta raširena ruda. Upotrebljavaju ga za pravljenje stroncijevih preparata.

Sadra.

Monoklinski, obično u složaju $-P.\infty\breve{P}\infty.\infty P$ (sl. 102.), gdješto još i P (sl. 103.). Plohe na lecima su gdjekad zavinute, tako da nastaju lećasti leci. Sraslaci, koji su vrlo rašireni, srasli su se smjerom ortopinakoida (sl. 165.). Leci se javljaju ili pojedince ili na kupove urasli ili prirasli kao kukanci. Najveći dio sadre javlja se u zrnatim i u gustim, rjeđe u šipkastim i vlaknastim nakupinama. Smjerom klinopinakoida se savršeno kala, a ponešto slabije smjerom P i $\infty\breve{P}\infty$; blaga opipa: tanke pločice su gipke. Sadra je bez boje ili bijela, no vrlo često i bojadisana. Sjaja je na prelomini biserna, a vlaknasta sadra je svilena sjaja; prozirna — neprozirna. Tvr. = 1·5—2, gust. = 2·3; $CaSO_4 + 2H_2O$; u zatvorenoj cijevi ugrijana daje vodu, te postaje prhka. U solnoj kiselini se rastapa potpuno, a u vodi teško (u jedno 420 dijelova vode 1 dio sadre pri 21° C.). Rastopina daje s barijevim kloridom težak talog od barita.

Sl. 165.



Prozirnu uleđenu sadru zovu gospino staklo; zrnatu, prozračnu sadru zovu alabastrom, a prave od nje različne uresne predmete (Italija). Prosta sadra vrlo je raširen kamen, a uz kamenu sol je možemo gotovo uvijek naći. Sadra gubi u vatri svoju vodu. Ako se ovakova žežena sadra namoči vodom, onda se ona spoji sa dva molekila vode, ponešto se rastegne i onda brzo otvrdne. Žeženu sadru upotrebljavaju za modele, za otiske, štukature, umjetno kamenje itd. Strvena naravna žežena sadra dobro je gnojivo. Kod nas nalaze lijepo uleđene sadre kod Slanog potoka u Zagrebačkoj gori, a u većim naslagama kod Samoborskih Ruda, kod Srba, Žirovca, Vrlike, Sinja, Siverića i Komiže na Visu.

Željezna ili **zelena galica,** monoklinski; $FeSO_4 + 7H_2O$. Nastaje trošenjem željeznih pakovina.

[1]) franc. azur, modra boja neba. [2]) gr. anhydros, bez vode. [3]) gr. barys, težak. [4]) lat. coelum, nebo.

[1]) lat. alumen, alaun, stipsa.

Modra, bakrena galica, triklinski; $CuSO_4 + 5H_2O$, postaje trošenjem bakrenih rudača. Voda, u kojoj ima rastopljene modre galice, zove se cementna voda. (Vidi str. 54.).

Bijela, tutijina galica, rompski; $ZnSO_4 + 7H_2O$, tvori se rastvaranjem tutijinih rudača

Stipsa (alaun) se ledi teseralno, u oktaedrima. Leci su u prirodi vrlo rijetki, obično nalaze vlaknastu, vlasastu i gustu. Obično je bez boje ili bijela, rjeđe bojadisana, te je prama tome i različito prozirna; okusa je slatka, a uz to kupi usta. Tvr. = 2·5, gust. = 1·8; K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O$; K_2 često zamijenjen sa Na_2, $2NH_4$, a Al_2 sa Fe_2, Mg_2, Mn_2, Cr_2. Najobičnija je kalijeva stipsa.

Alaun cvjeta na kamenju, u kom ima željezne pakovine, ili se razvija u vulkanskim krajevima.

Alunit.[1]) Romboedrijski, u sitnim lecima, no obično gust i zemljast, a često izmiješan sa kremenom, radi čega mu je onda i tvrdoća veća. Alunit je bez boje, bijel, žućkast, crvenkast. Tvr. = 4, gust. = 2·7; K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$, $2Al_2H_6O_6$; iz žežena alunita možemo vodom stipsu izvući. Alunita ima u Italiji (Tolfa) i u Ugarskoj, gdje on u dolini Tise tvori čitav niz brežuljaka.

Iz alunita se u veliko stipsa pravi, a od ugarskog alunita prave dobro mlinsko kamenje.

Kieserit, monoklinski, $MgSO_4 + H_2O$; u Strassfurtu uz kamenu sol.

Kainit, monoklinski, $MgSO_4 . KCl . 3H_2O$; u Strassfurtu i Kaluszu uz kamenu sol.

3. Razred. **Borati.**

Boracit.

Teseralno, tetraedrijski polulici, obični složaji v. sl. 53. i 54.; leci su potpuno razvijeni, urasli, sitni; bez boje, čisto bijeli ili ponešto žućkasti ili sivkasti; tvr. = 7, gust. = 3; $2Mg_3B_8O_{15}$, $MgCl_2$.

U sadri i anhidritu urasle lece nalaze kod Lüneburga i u Holsteinu. Kod Stassfurta (pokrajna Saska) ima gustog, bijelog boracita.

Burača, monoklinski; tvr. = 2·5, gust. = 1·8; $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$. U izlupljenim lecima i kristalinskom zrnju, ponajviše nekom sapunastom tvarju onečišćena. Ima je uz obale nekih tibetskih jezera.

4. razred. **Nitrati.**

Čilska ili natrijeva salitra, romboedrijski; $NaNO_3$, onečišćena u kristalinskim zrnatim nakupinama, Peru, Čile.

5. razred. **Molibdati i wolframati.**

Žuti olovnjak (wulfenit).[1])

Tetragonski, često pločast (složaj sl. 77.) i gromadast. Žut je kao vosak ili med, sjaja je voštana; crta bijela; tvr. = 3, gust. blizu 7; $PbMoO_4$.

[1]) lat. alumen, alaun, stipsa. [2]) Fr. Wulfen (1728.—1805.) prof. mat. i fiz. u Cjelovcu.

Nalaze ga u većoj množini u Koruškoj (Bleiberg), u sjevernoj Americi (Utah), a upotrebljavaju ga za pravljenje molibdenove kiseline.

Wolframit, monoklinski ($\beta = 89\ 22'$), često gromadast. Kala se savršeno smjerom $\infty P\infty$; boje smeđe crne, crta smeđa; tv. = 5·5, gust. = 7·5; $FeWO_4$, gdje je Fe djelomice zamijenjeno sa Mn. Dolazi obično u društvu s kositrenom rudačom, a rabi za priređivanje raznih boja i wolframova čelika.

6. razred. **Fosfati.**

Apatit.[1])

Heksagonski, ponajviše ∞P, P i oP (složaj sl. 130.). Kratki prizmatski leci su ili urasli ili prirasli; zrnate, guste i zemljaste vrste (fosforit); bez boje, zelen kao šparoga (šparožnjak) ili modrušasto zelen (moroxit).[2]) Lečane plohe su staklena, a prelomine masna sjaja; proziran ili samo na bridovima prozračan; gdjekoje vrste, ako ih grijemo, svijetle bojadisanim svijetlom (fosforescencija); tvr. = 5, gust. = 3·2; $3Ca_3(PO_4)_2$, $CaCl_2$; Cl kadšto zamijenjen sa F.

Apatita ima u kositrenim rudnicima sasko-češkog Rudogorja i u Cornwallu, za tim na sv. Gotthardu, Norveškoj, sjevernoj Americi (vrlo mnogi leci, gdjekad po stopu dugi). Fosforita ima u Španjolskoj, Nasavskoj, Bavarskoj itd. Od fosforita priugotavljaju gnojivo.

Zeleni olovnjak (pyromorphit).

Heksagonski (najobičniji složaj $\infty P . oP$) i gromadast. Boje je ponajviše zelene i smeđe (smeđi olovnjak); sjaja voštana; crta bijela, žućkasto smeđa. Tvr. = 3·5, gust. = 7; $3Pb_3(PO_4)_2$, $PbCl_2$. Pretvara se gdješto u olovni sjajnik, pri čemu nastaju pseudomorfoze nečisto olovno sive boje.

Dolazi obično uz olovni sjajnik, te se s njim zajedno za vađenje olova upotrebljava.

Modruljica [kalait,[3]) tirkis[4])].

Prividno amorfna; kao žice, šljunak i uprskana; boje je modre kao nebo ili zelenkaste; sjaja ponešto voštana, neprozirna; tvr. = 6, gust. = 2·7; u bitnom je ona fosfat aluminija uz nešto željeza i bakra.

Cijenjenu orijentalnu modruljicu nalaze kod Mešeda (Persija) u kremenom škriljavcu.

Veliki dio onoga, što dolazi u trgovinu pod imenom tirkisa, bojadisana je slonova kost ili tvornički proizvod.

Vivianit,[5]) monoklinski, zemljast, prvotno bez boje, na zraku postaje modar; vodeni željezni fosfat.

[1]) gr. apatao, varam, jer su se s tom rudom dugo varali, držeć je sad za ovu, sad za onu rudu. [2]) gr. moroxos, modra glina. [3]) Callais, ime te rude u Plinija. [4]) valjda radi toga, što su ga donijeli Turci iz Perzije. [5]) J. G. Vivian, engleski mineralog.

7. razred. Silikati.

1. Rpa andaluzita i granata.

Andaluzit, rompski, obično ∞P. oP. Brazilske, crvene, prozračne vrste su trihromatne. Tvr. = 7·5, gust. = 3·2. Silikat aluminija.

Disten[1]) triklinski, ponajviše u dugačkim lecima; šipkaste — vlaknaste nakupine; savršeno se kala smjerom ∞P∞. Boje je često azurno modre (cijanit), bijele, smeđe itd.; prozračan; trihromatan; tvr. = 5—7 (najtvrđi na bridovima, a na plohama je prema smjeru, u kom se para, razno tvrd), gust. = 3·6; Al_2SiO_5. Nalazi se urastao u tinjčevu škriljavcu i u kremenu.

Topaz.[2])

Rompski, u jasnim, stubastim lecima (slož. sl. 96. i 97.). Plohe prizme su često okomito isprutane. Ima ga u priraslim i uraslim lecima, u šipkastim nakupinama, te u šljunkastim valuticama. Savršeno se kala smjerom oP; bez boje, no obično bojadisan, i to najviše žut kao vino ili med. Proziran, a gdjeŝto jedva i prozračan; sjaja je staklenasta, crta bijela. Tvr. = 8, gust. 3·5. On je silikat aluminija, pri čemu je jedan dio O zamijenjen sa F.

Brazilski topazi su kao vino žuti, a postaju u vatri crveni (brazilski rubini). Blijedih, te zelenkasto i modrušasto bijelih topaza nalaze na Uralu i u Sibiriji. Saski topazi su žuti kao vino, a u Braziliji nalaze šljunkaste topaze posve bez boje (vodene kaplje).

Turmalin.[3])

Romboedrijski, u jasnim lecima, hemimorfan, jer je na jednom kraju glavne osi drukčije razvijen, nego na drugom kraju. Leci su obično dugi, a prizme po duljini isprutane; šipkaste nakupine. Bez boje, no obično je bojadisan i to zeleno, smeđe, crveno (rubelit), modro (indigolit) i ponajčešće crno (škoril[4])). Više puta su leci izvana drukčije bojadisani nego iznutra, ili na jednom kraju drukčije nego na drugom, pri čem ove boje ili lagano jedna u drugu prelaze ili su oštro odijeljene. Proziran — neproziran, sjaja staklena; jasno dihromatan, što se već prostim okom vidi; piroelektričan. Tvr. = 7, gust. oko 3. Kemijski sastav mu je nestalan, ponajviše je silikat aluminija sa silikatima Mg, Ca, Fe, Mn, Na, K i Li; Al_2 djelimice sa B_2 zamijenjen. Crvene turmaline nalaze u Sibiriji (sibirit), na Uralu, na Cejlonu i kod Rožne u Moravskoj; zelene i kadšto plave u Braziliji, na Elbi i u Švicarskoj; smeđe u Koruškoj. Najrašireniji je crni turmalin, kog je često kao sastavni dio u kamenju naći. U Hrvatskoj

[1]) gr. dis, dvostruk; sthenos, jakost. [2]) Topazos, otok u Crvenom moru. [3]) Turmale, cejlonsko ime. [4]) Švedski skore.

dolazi turmalin po žicama u moslavačkom granitu. Turmalin upotrebljavaju kao uresni kamen i za optičke sprave.

Epidot[1]) [pistacit[2])].

Monoklinski leci su po duljini razvijeni (slož. sl. 110.); kala se smjerom oP; boje je zelenkasto žute, sjaja staklena; prozračan — neproziran. U glavnom silikat Ca, Al_2 i Fe_2.

Nalaze ga u Norveškoj (Arendal), Pijemontu, Sulzbachthalu itd.

Vezuvijan.

Tetragonski, jednoviti i složeni oblici vrlo česti. Najobičniji složaji narisani su na sl. 78. i 79. Bojadisan je, ponajviše zeleno, smeđe, crno; sjaja je staklena i masna; proziran — neproziran; tvr. = 6·5; gust. = 3·4. U bitnom je silikat vapnika i aluminija. Nalaze ga na Vezuvu, u Pijemontu, Tirolu (Monzoni) u Češkoj (egeran, od mjesta Eger) itd.

Olivin.[3])

Rompski (slož. sl. 98.); obično maslinasto zelen; staklena sjaja; proziran — prozračan; tvr. = 7, gust. = 3·3; silikat magnezija i željeza.

Najljepše vrste olivina javljaju se kao izlupljeni leci i zrnje u gornjem Egiptu, na Cejlonu i Braziliji. Leci i zrnate nakupine, što dolaze u bazaltu i meteornom željezu, nijesu tako lijepe. Na glasu su olivinske bombe u bazaltnom pršincu kod Kapfensteina u Štajerskoj i u bazaltu kod Kozakova u Češkoj. Kod nas dolazi olivin u Fruškoj gori i Banovini, te u sjevernoj Bosni, gdje se pretvara u serpentin.

Kalamina (hemimorphit).

Rompski, leci obično maleni, pokazuju hemimorfizam t. j. svaki kraj glavne osi je drukčije razvijen. Javlja se još u raznovrsnim nakupinama, a i zemljast; bojadisan je svijetlo; tvr. = 5, gust. = 3·5; $Zn_2SiO_4 + H_2O$ sa 67 postotaka Zn.

Granat.[4])

Teseralno, obično ∞O i 202 ili oboje složeno (sl. 47.). Ima ga u priraslim i uraslim lecima, u zrnatim i gustim nakupinama, te u naplavljenoj zemlji kao zrnje i šljunak. Boje je ponajviše crvene [alamandin[5])], zelene [grosular[6])], žuto smeđe [kanelovac[7])], smeđe i crne [melanit[8])]. Sjaja je staklena — masna; proziran — neproziran. Tvr. oko 7, gust. oko 4. Kemijski sastav promjenljiv, ponajviše silikat Ca, Mg, Fe i Mg sa silikatima (Al_2), (Fe_2), (Cr_2), (Mn_2). Almandin bruse za ures, a nalaze ga u Tirolskoj (Zillerthal), u Češkoj (Kolin) i u Indiji (Pegu). Prosti

[1]) gr. epididomi, dodajem, jer su ga smatrali rompskim oblikom, ali mu se je moralo u kutovima nešto dodati. [2]) radi pistacitne zelene boje. [3]) radi maslinaste zelene boje. [4]) lat. granum, zrno, jer ga je ponajviše u zrnju naći. [5]) Alabanda, grad u Maloj Aziji. [6]) lat. grossularia, ogrozd. [7]) novo lat. canella, cimetova kora. [8]) gr. melas, crn.

granat je jako raširen, a kod nas ga ima u škriljavom kamenju Fruške gore, Psunja, Papuka i Krndije.

Pirop.[1])

Rijetko u nejasnim heksaedrima, obično u uraslim i izlupljenim zrnima. Boje je crvene kao krv i dosta prozračan; on je magnezijev i glinikov granat sa željezom i kromom; u ostalim svojstvima naliči granatu. Veće zrnje, koje je vrijedno brusiti, nalaze samo u Češkoj, gdje ga po rastrošenom serpentinu i po naplavljenoj zemlji kupe i ispiru.

Rijetko je naći komade, koji bi bili teži od 10 karata, radi toga su veći piropi dosta skupi.

2. Rrpa lajcita.

Lajcit [leucit[2])], tetragonski; kruglјasti leci pokazuju složaj P. 4P2, koji nalikuju na teseralni lik 2O2. Boje je sive; tvr. = 5·5—6, gust. = 2·5. Silikat kalija i aluminija. U vezuvskoj lavi.

Nefelin[3]), heksagonski, leci ponajviše sitni; gdješto kristalinski. Na prelomini jak masni sjaj. Tvr. = 5·5—6, gust. = 2·6; u bitnom silikat kalija, natrija i aluminija.

Uleđene, bezbojne, bijele i sive, prozračne vrste nazivlju se u opće nefelin, a nejasno uleđene, mutno bojadisane, zelene, smeđe i crvene vrste zovu eleolit.[4])

Obje ove vrste se javljaju kao bitne sastavine nekoga kamenja.

Lazurit.

Teseralno, u ∞O, leci obično nejasni; obično u gustim nakupinama, gromadast i uprskan; lazurno modar, crt modar; staklenasto masni sjaj. Tvr. = 5·5, gust. = 2·2; natrijev i aluminijev silikat sa sulfidom natrijevim. Pred puhaljkom gubi boju, pa se tali u bijelo napuhnuto staklo, u solnoj kiselini razvija nešto H_2S.

Javlja se srastao s bijelim vapnencem i sa uprskanim piritom, u Sibiriji (Bajkalsko jezero), u Tatarskoj, Buhari, Tibetu, Kini, na Vezuvu. Radi lijepe modre boje bruse ga za ureśno kamenie. Prije su od njega priugotavljali ultramarin.

3. Rpa tinjca.

Tinjci se savršeno kalaju smjerom osnovnoga pinakoida, pa se dadu u tanke listiće razlistati; kalotine su bisernasta — polukovna sjaja. Tvrdoće i gustoće su malene.

[1]) gr. opsis, pogled. [2]) gr. leukos, bijel, držali su ga za bijeli granat. [3]) nephele, oblak, magla, jer prozirni komadi postaju u dušičnoj kiselini mutni. [4]) gr. elaion, ulje.

Obični tinjac (muskovit).

Monoklinski, u nejasnim pločastim lecima. Najobičnije ga je naći kao listiće prirasla i urasla i u lisnatim nakupinama. Vrlo lako se kala smjerom oP; tanki listići su prozirni i pruživi; bez boje, siv, žućkast, smeđ i zelenkast, no sve te boje su uvijek jasne. Kalotine su kovinasta bisernasta sjaja. Tvr. oko 3, gust. oko 3; optički dvoosan s velikim kutom optičkih osi.

Tanak listić muskovita među unakrštenim turmalinovim pločama ostane svietao ili odmah ili ako se ponešto zakrene (od 0°—15°).

Muskovit je silikat aluminija i kalija s vodom, za to ga još i zovu kalijevim tinjcem. Pred puhaljkom se laglje ili teže rastaljuje u mutno staklo.

Tinjac ovaj nalazi se u velikoj množini kao sastavni dio mnogoga kamenja. Veće komade nalaze po šupljinama ili u krupnozrnom kristalinskom kamenju (granit, gnajs, tinjčev škriljavac itd.), tako na pr. na Uralu, u Sibiriji, na Gothardu itd.

Velike listove tinjca uzimaju kao rusko staklo za prozore, za cilindre na lampe, za očale radnicima u tvornicama, razdrobljen tinjac služi kao pijesak za posipanje (macino zlato, macino srebro) ili kao tinjčev bronc u slikarstvu.

Litikov tinjac.

Po obliku i fizikalnim svojstvima nalikuje on na kalijev tinjac samo što je često krasne crvene boje. U kemijskom pogledu se odlikuje tim, da ima u njem (0·9—2·3 post.) litika. Pred puhaljkom se nadima i vrlo lako tali, a plamen bojadiše crveno.

Crvene vrste nalaze osobito u Moravskoj kod Rožne (lepidolit); bijela litikova tinjca ima po naslagama kositrenih rudača kod Zinnwalda (Zinnwaldit) i kod Altenburga u Saskoj itd.

Biotit[1]) (magnezijev tinjac).

Monoklinski, pločasti leci imaju često oblik heksagonski; lopušaste i lisnate nakupine ili uprskan. Vrlo savršene kalavosti smjerom oP; tanki su listići pruživi. Boje su mu tamne, i to sive, zelene, smeđe i crne; na rascjepinama je kovinasto biserna sjaja. Tvr. oko 3, gust. oko 3; optički dvoosan; optičke osi tvore veoma malen kut.

Tanki listići među unakrštenim turmalinima ostaju u svakom položaju tamni, kao da su jednoosni, jer je kut optičkih osi tako malen, da obje osi malne u jedno padaju. Radi toga držali su biotit optički jednoosnom rudom, a radi prividnog heksagonskog oblika mislili su, da se heksagonski ledi.

[1]) J. B. Biot.

Kemijski se razlikuje biotit od kalijeva tinjca poglavito u tom, što osim kalija ima još pretežno magnezija, te još uz to često znatnu množinu željeza. Pred puhaljkom se vrlo teško tali.

Kao važna sastavina mnogoga kamenja (granit, gnajs, tinjčev škriljavac, sijenit, trahit itd.), raširen je po cijelom svijetu.

Klorit.[1])

Monoklinski, pločasti leci heksagonskog obličja često srasli u češljaste i čunjaste rpe; najviše u lisnatim i ljuskavim nakupinama ili gust uz listićavu kalavost kao kloritni škriljavac; gdjekad su mu malene ljuske na drugim rudama prirasle ili urasle. Kala se savršeno smjerom oP; podatan; tanki listići prozirni i dadu se previjati, ali nijesu pruživi. Boje raznovrsno zelene, crta zelenkasta. Listovi, koji su usporedno s glavnom osi izrezani, pokazuju jasan dihroizam (zeleno i crveno ili žuto) u dihroskopu. Tvr. = 1—1·5, gust. 2·9. Silikat magnezija sa vodom, pri čem je jedan dio kremika aluminijem zamijenjen.

Kloritni škriljavac je vrlo raširen kamen. U njem se gdjekad nalaze urasli leci magnetita. Kod nas ga ima u Fruškoj gori i u Psunju i na nekim mjestima u Bosni.

4. Rpa milovke i serpentina.

Milovka.

Valjda monoklinski; rijetko u šestostranim ili rompskim pločama; obično u lisnatim, ljuskavim nakupinama, škriljavim gromadama, a gdješto i posve gusta. Kala se savršeno smjerom osnovnoga pinakoida; vrlo je mekana i masna opipa; tanki listovi dadu se previjati. Boje je bijele, koja kadšto u zelenkasto ili žućkasto prelazi. Sjaja je biserna ili masna. Tanke su iscjepine prozirne, a u polarizovanom svijetlu pokazuju, da su optički dvoosne.[2]) Tvr. = 1, gust. = 2·8; $H_2Mg_3(SiO_3)_4$. Pred puhaljkom jako svijetli, lista se, pa postaje tvrda i netaljiva.

Milovka tvori kao milovkin škriljavac u pragorju cijele naslage. Radi malene njene tvrdoće i klizavosti taru je u sitan prah, kojim mažu drvo, kožu, te miješaju u ličilo.

Masnik.

Masnik je gusta (kriptokristalinska) milovka; često kao pseudomorfozna; blaga i masna opipa; boje sivkasto, žućkasto i crvenkasto bijele, u nutarnjosti više puta drvoliko išaran; crta je sjajna. Tvr. = 1·5, gust. = 2·8; pred puhaljkom postaje još tvrdi od milovke.

[1]) gr. chloros, zelenkasto žut. [2]) Što se na isti način istražuje, kao što je kod kalijeva tinjca spomenuto (str. 93.).

Masnik se ne javlja tako često kao milovka. Ima ga na Smrekovnjaku (Göpfersgrün), u Ugarskoj (Šćavnica), Moravskoj (Hrubšic), češkom Rudogorju, Cornwallu, sjevernoj Americi (Massachusetts). Masnik upotrebljavaju za mazanje strojeva, kao kredu za pisanje na pločama, na suknu i svili, za uresnine, za plinske plamenike, za vađenje masnih mrlja itd.

Lončanik je gusta smjesa milovke, masnika, klorita, osinca i nekih drugih ruda. Ta smjesa je meka i u vatri ustrajna, radi toga prave od nje lonce, opeke, kaliće (petnjake) za peći itd.

Agalmatolit.[1])

Gromadast, ponešto škriljav; loma je ljuskava; podatan; na bridovima prozračan; siv, žut, zelenkast, crven; masna opipa; tvr. = 2—3, gust. = 2·9; pred puhaljkom se ne tali. Nalaze ga u Saskoj (Ochsenkopf kod Schwarzenberga), Engleskoj (Wales), u Sedmogradskoj (Nagyag). U Kini prave od niega i od sličnoga kamenja kipove i uresnine.

Stiva.

Obično u gomoljastim komadima; loma je fino zemljasta; mekana; boje je bijele, žućkasto ili sivkasto bijele; opipa je masna; upija vlagu, pa se radi toga na jezik lijepi. Tvr. oko 2, gust. = 0·8—1·6 (suha); silikat magnezija s vodom. Radi upojnosti mu je množina vode različita. Pred puhaljkom se stiva stegne, otvrdne, pa se na bridovima tali. Stiva je postala kemijskom promjenom serpentina i slično složenih silikata.

Stive nalaze u većoj množini u Anatoliji, za tim kod Tebâ u Grčkoj, kod Madrida i Toleda u Španjolskoj, kod Hrubšica u Moravskoj, te u Bosni kod Prnjavora u Ljubić-planini. Prave od nje razne pušaće sprave.

Obrađena stiva se moči u rastaljenom vosku ili spermacetu, jer se onda dade dobro ugladiti. Ovako namočene pušaće sprave postanu u porabi smede.

Serpentin.[2])

Gust, gdješto i u vlaknastim i zrnatim nakupinama; svi lečani oblici samo su pseudomorfoze po olivinu, augitu, amfibolu itd.; mekan ili nešto krhak; ponajviše zelen, ali i žut, siv, crven, smeđ, jednobojan i šaren, pjegav, prugav. Sjaja je voštana ili bez sjaja; vlaknasti serpentin je svilena sjaja; prozračan — neproziran. Tvrdoće je = 3·5, gustoće je 2·6; $H_2Mg_3(SiO_4)_2 + H_2O$; Mg djelimice zamijenjen sa Fe. Pred puhaljkom pobijeli, pa se vrlo teško tali i to samo u najoštrijim bridovima. U zatvorenoj cijevi daje vodu; solna kiselina ga rastvara.

Dragim serpentinom nazivlju jasnije bojadisane, prozračne vrste, koje su često s vapnencem srasle. Tamno bojadisane, neprozirne i

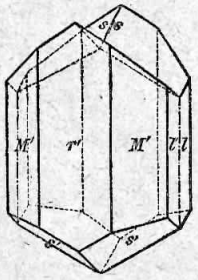
[1]) gr. agalma, slika. [2]) lat. serpens, zmija, kojoj je raznom svojom šarom naličan.

nečiste vrste zovu prostim serpentinom. Hrizotil[1]) je osinasti serpentin. On tvori više puta različno spletene nakupine (kamena koža, kameno pluto). Svi serpentini postali su rastrošbom olivina ili augita i amfibola.

Serpentin tvori kao poseban kamen ogromne i raširene naslage. U Hrvatskoj ima serpentina u Fruškoj gori, gdje se na milje daleko proteže i tvori cijele bregove; u Banovini na više mjesta (Lješkovac, Klasnić), u istočnom dijelu Zagrebačke gore, te u Kalniku. U Bosni i to u sjevernoj polovici, nalazimo serpentin kao glavnu sastavinu gotovo po svim gorama.

Gusti serpentin režu, toče, bruse, glade i izrađuju za raznovrsne uresnine (Zöblitz u Saskoj, Vogezi). Od osinasta serpentina prave užeta i tkanine. Najbolji osinac nalaze u Americi (Kanada) i od njega prave pusteninu, cjedila, te tkanine.

Sl. 166.



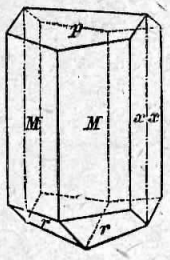
5. Rrpa amfibola.

Broncit, rompski, kala se smjerom $\infty\breve{P}\infty$; smeđe zelenkast, na kalotinama polukovna sjaja; tvr. = 4.5, gust. = 3.3; silikat magnezija i željeza. Dolazi s olivinom u serpentinu.

Hipersten[2]) (hypersthen), rompski, smeđ, smeđe crn, bakrenasto svjetlucajući na kalotinama; tvr. = 6, gust. = 3.3. I on je silikat magnezija i željeza. Dolazi kao sastavni dio nekoga kamenja (n. pr. gabro Moslavačke gore i andez' kod Srebrnice u Bosni).

Augit.[3])

Sl. 167.



Monoklinski, najobičniji složaj P. ∞P.$\infty\breve{P}\infty$.$\infty\breve{P}\infty$ (sl. 105.). Sraslaci srasli pravcem $\infty\breve{P}\infty$ (sl. 166.); ovi imadu upadajuće bridove, po čemu ih možemo lako razlikovati od sraslaca amfibola.

Prednji kut na prizmi ∞P iznosi oko 87°. U ostalim svojstvima nalikuje augit na amfibol.

Diopsid[4]), u poduljim lecima, no i u šipkastim, trakastim i vlaknastim nakupinama, koje često prelaze u augitni osinac; bez boje, siv, jasno zelen; proziran — prozračan. Lijepe lece nalaze u Tirolskoj Zillerthal), Pijemontu, Švicarskoj, na Uralu itd. Prosti augit, uleđen

[1]) gr. chrysos, zlato; tillo, čihati. [2]) gr. hyper, preko; sthenos, jakost, jer je tvrđi od broncita i dijalaga. [3]) gr. auge, sjaj. [4]) gr. dis, dva put; opsis, pogled, jer se leci mogu na dva načina ispraviti i onda razmatrati što je ali kod svih monoklinskih ledaca moguće.

i gromadast; zelen, smeđ, crn; neproziran; pojavljuje se u mnogom kamenju kao sastavni dio (andezit u Ivančici i kod Voćina, bazalt u Krndiji i t. d.).

Dijalag (diallag), monoklinski, obično zelen kao trava; lupi se smjerom $\infty\breve{P}\infty$; tvr. = 4, gust. = 3.3; kemijski sastav kao kod augita. Sastavni dio nekog kamenja (n. pr. gabro Moslavačke gore i sjeverne Bosne).

Amfibol.[1])

Monoklinski, obični složaj oP . P . ∞P . $\infty\breve{P}\infty$ (sl. 104.); sraslaci smjerom $\infty\breve{P}\infty$ (sl. 167.), pri čemu nastaju prividno hemimorfni oblici. Javlja se u uraslim i priraslim lecima, šipkastim, vlaknastim i zrnatim nakupinama. Kala se dobro smjerom ∞P. Prednji brid na prizmi mjeri po prilici 124°. Boje ponajviše zelene i crne, ali ga ima i bijela, siva i smeđa; neproziran — prozračan; tvr. = 5·5, gust. oko 3. Kemijski sastav mu je vrlo nestalan, u bitnom je silikat Mg, Ca i Fe uz Al_2O_3 i Fe_2O_3.

Gramatit[2]) bijel, siv, jasno zelen u dugim lecima i šipkastim nakupinama, sjaja biserna ili svilena, prozračan; aktinolit[3]), jasnije ili tamnije zelen u uraslim stubastim lecima ili u trakastim nakupinama (u milovkinu i kloritnom škriljavcu); amfibolni osinac je veoma fina vlaknasta vrsta, gdješto svilena sjaja (često u milovkinu škriljavcu); prosti amfibol, tamno zelen — zelenkasto crn, neproziran, u kukancima, gromadast (amfibolovac) i uprskan (amfibolni gnajs); bazaltni amfibol, smeđe crn, neproziran, urasli i posve razvijeni leci (obično složaji prije navedeni) u bazaltnom i trahitnom kamenju.

Lijep modrušasti osinac, što ga nalaze kod Halilovaca blizu Krupe, pripada jednoj vrsti amfibola.

6. Rpa dihroita.

Dihroit[4]) [cordierit[5])] rompski, ljubičasto modar, savršeno trihromatan; tvrdoće = 7—7·5, gust. = 2·6—2·7. U glavnom silikat magnezija i aluminija.

Berilj.[6])

Heksagonski, obični složaji ∞P . oP, uzgredno 2P2 (sl. 129.). Ima ga bez boje, no češće je bojadisan, i to ponajviše smaragdeno zelen, zatim žut i modrušast. Proziran — neproziran; dihromatan; sjaja je staklena, crta bijela; tvr. = 7·1, gust. = 2·7. Silikat aluminija i beriljika.

Smaragdom[7]) nazivlju čiste zelene beriljke. Oni su u velikoj cijeni kao dragulji. Nalaze ih u Kolumbiji (Muso), na Uralu i Habachthalu kod

[1]) gr. amphibolos dvoličan, jer ga je lako s crnim turmalinom zamijeniti. [2]) gr. gramma, crta, radi dugih, šipkastih ledaca. [3]) gr. aktine, trak. [4]) Vidi str. 39. [5]) Cordier, profesor u Parizu. [6]) Stari naziv, komu se ne zna značenje. [7]) Grčko ime ove rude.

Salzburga. Akvamarin[1]) je modrušasta ili modrušasto zelena vrsta prozirnog, dragog berilja. Nalaze ga najviše u Braziliji i Sibiriji. Prosti berilj je mutan i muzgavo zelenkasto žute boje. Leci po više stopa dugi i po stopu debeli javljaju se u sjevernoj Americi, u granitu kod Graftona (New Hampshire), a manji leci u granitu u Motajici kod Kobaša, te u Bavarskoj kod Bodenmaisa.

7. Rpa glinenaca.

Glinenci se lede monoklinski i triklinski, jednima i drugima su bridni kutovi dosta jednaki. Svi se jasno kalaju i u istom smjeru, smjerom naime osnovnog i uzdužnog pinakoida. Ponajviše su bijeli ili svijetlo bojadisani; tvrdoća im je svim oko 6, a i u gustoći nije velika razlika (2·5—2·8).

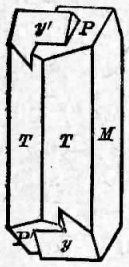
Ortoklasi.

Značajno njihovo obilježje je, da smjerovi kalavosti po oP i $\infty P\infty$ stoje među sobom okomito. Oni su u bitnom kalijevi glinenci.

Ortoklas.[2])

Monoklinski, najobičniji složaji narisani su na sl. 106., 107., 108. i 109. Sraslaci se vrlo često nalaze. Najobičniji zakon, po kom se složeni leci sl. 107. srašćuju u proraslace (sl. 168.), jest taj, da ortopinakoid tvori sraslačku ravninu. Zakon taj nazivlju karlsbadskim zakonom, jer su ga najprije našli na lecima iz karlsbadske okolice.

Sl. 168.



Kala se savršeno smjerom oP i $\infty P\infty$; bez boje, gdjekad proziran kao voda, dosta često bojadisan, osobito žućkasto, sivkasto ili crvenkasto bijelo, putenasto, zelenkasto (amazonac). Sjaja je staklena, na osnovnoj raskolini često bisernasta. Prozirne i prozračne vrste [adular[3])] svjetlucaju katkad (mjesečar); norveške neprozirne, mutno bojadisane vrste modrušasto prelijevaju. Tvr. = 6, gust. 2·5—2·6. Po kemijskom sastavu je on u bitnom kalijev glinenac $K_2(Al_2)Si_6O_{16} = K_2O, Al_2O_3, 6SiO_2$. ($K_2$ je ponešto zamijenjen sa Na_2 i Ca). Mnogi ortoklasi se vremenom rastrošiše u kaolin (porculanača). Prosti ortoklas je bitna sastavina granita, gnajsa, sijenita i porfira, pa tu znadu gdjekad pojedini leci biti znamenite veličine.

[1]) lat. aqua marina, morska voda. [2]) gr. orthos, upravo; klao, kalati, jer se u dva, jedan na drugi okomita pravca kalaju. [3]) Adula gora u Švicarskoj.

Sanidin[1]) (stakleni ortoklas), siv, sivkasto bijel, prozračan, staklenast; odlika ortoklasa. Nalazi se često u trahitima, obično u pločastim, raspucanim lecima.

Plagioklasi:[2])

Triklinski; smjerovi kalavosti po oP i $\infty\breve{P}\infty$ ne stoje jedan na drugom okomito, nego koso (86°—87°). Sraslaci po brahipinakoidu su vrlo obični, te sastoje često od mnogo lamela, pa odatle dolazi, da se na pinakoidima vidi fino prutanje (sraslačko prutanje). Plagioklasi su čisti natrijevi ili kalcijevi glinenci ili smjese od jednih i drugih.

Albit[3]), triklinski (slož. sl.113.), mnogostruki sraslaci, radi toga na plohama oP sraslačko prutanje. Kala se smjerom oP i $\infty\breve{P}\infty$; proziran — prozračan; bez boje, obično raznovrstno bijel. Tvr. = 6, gust. = 2·6—2·7, $Na_2(Al_2)Si_6O_{16} = Na_2O, Al_2O_3, SiO_2$; Na_2 djelimice sa Ca ili K_2 zamijenjen. U bitnom natrijev glinenac. Sastavni dio gdjekojih diorita.

Bijeli, neprozirni leci, koji su smjerom ortodijagonale istegnuti, zovu se periklini.[4])

Oligoklas[5]), triklinski, leci rijetki, osnovne kalotine pokazuju sraslačko prutanje; zelenkasto siv; u bitnom natrijev i kalcijev glinenac. Ima ga često u granitu, porfiru, dioritu, dijabazu itd.

Labradorit, triklinski, leci samo urasli, rijetko jasno razvijeni, ali uvijek jasno razvijene kalavosti smjerom oP i $\infty\breve{P}\infty$. Kalotine smjerom oP pokazuju oštro sraslačko prutanje. Boje je sive, slabo prozračan, gdjekoje vrste prelijevaju lijepim bojama, osobito na brahidijagonalnim kalotinama. Tv. = 6, gust. = 2·6—2·7; kalcijev i natrijev glinenac. Ima ga na obali Labradora i u Rusiji (Kiev i Volhinja). Sastavni dio mnogog kamenja. Prelijevajuće labradore upotrebljavaju kao uresno kamenje.

Anortit[6]), triklinski, bez boje, bijel, staklena sjaja; proziran i prozračan; kalcijev glinenac $CaAl_2Si_2O_8 = CaO, Al_2O_3, 2SiO_2$; Ca djelimice zamijenjen sa K_2 ili Na_2.

8. Rpa zeolita.[7])

Nekovna lica; ponajviše bez boje ili bijeli; sjaja obično staklena ili biserna: tvr. = 3—6, gust. = 1·9—3·3. Pred puhaljkom se obično lako tale, pri čem se napuhavaju ili listaju. Ugrijani puštaju vodu. Vodeni silikati alkalija, alkaličnih zemalja s aluminijem ili bez aluminija. Oni ne tvore nikada sastavnoga dijela kamenja, nego uvijek samo ispunjavaju šupljine po kamenju.

Apofilit.[8])

Tetragonski, ponajviše P . oP i $\infty P\infty$; kukanci i lopušaste nakupine; savršena kalavost smjerom oP; bez boje ili blijedo bojadisan; staklena

[1]) gr. sanis, ploča; radi pločastih ledaca. [2]) gr. plagios, koso. [3]) lat. albus, bijel. [4]) gr. periklinos, na okolo nagnut, gledom na osovni pinakoid. [5]) gr. oligos, malo, jer se slabo kala. [6]) gr. a, ne; orthos, upravno, nije upravno (pravokutno) kalav. [7]) gr. zeo, kuham, pred puhaljkom. [8]) gr. apo phyllizo, razlistati, pred puhaljkom.

sjaja; na oP i na kalotinama biserna sjaja; proziran — neproziran; tvrdoko 4·5, gust. = 2·3; $4(H_2Ca)(SiO_3)_2$, H_2O, KFl; ima ga na Harzu (Andreasberg), u Tirolskoj (Seiserske Alpe), Češkoj (Aussig) itd.

Analcim.[1])

Teresalno, ili sam 202 ili složen sa $\infty O\infty$; ponajviše u kukance nakupljen; obično bijel, siv, crvenkast. Tvr. = 5·5, gust. = 2·2; $Na_2Al_2(SiO_3)_4 + 2H_2O$. Ima ga u Tirolskoj (Fassathal), Češkoj itd.

Harmotom[2]), rompski, uvijek u proraslacima. — **Dezmin**[3]), rompski, stupasti leci; obično u snopastim nakupinama, smjerom $\infty P\infty$ se savršeno kala, a na kalotinama oštar biserni sjaj: ponajviše bijel. — **Stilbit**[4]), monoklinski (?) ponajviše pločasti leci, jer su plohe $\infty P\infty$ široke. Kala se savršeno smjerom $\infty P\infty$, a na kalotinama je oštar biserni sjaj; bez boje, bijel i putenast. — **Natrolit, rompski**, tanki, dugi i vlasasti leci su se složili u kukance ili u snopaste i kruglaste nakupine; bez boje; sivkasto bijel, gdješto slabo žućkast. —**Chabazit**[5]), romboedrijski. — **Prehnit**[6]) rompski itd.

9. Rpa gline.

Kaolin[7]) (porculanača).

Gromadast, zemljast; čiste bijele boje ili samo ponešto bojadisan. Suh kaolin je mršava opipa; požudno upija vodu, pa se na jezik lijepi. Vlažan kaolin miriše po glini, pa se dade mijesiti. Tvrdoća = 1, gust. = 2·2; $H_2Al_2(SiO_4)_2 + H_2O$. Nastaje trošenjem ortoklasa i drugih glinenaca. Nalaze ga često uz te rude na prvotnom mjestu, ali i naplavljena, gdje je onda obično drugim tvarima, koje je voda snijela, onečišćen. Nečiste vrste kaolina nazivlju glinom (ciglarska, lončarska glina, ilovača itd.).

Kaolina ima u Saskoj, Češkoj, Franceskoj, Engleskoj, Kini, Japanu itd., a prave od njega porculan i finije glineno posude.

DODATAK.

ORGANSKI SPOJEVI.

Ovamo ubrajamo razne ugljikove spojeve, koji su postali od organskih stvorova. Tvari su te sad više sad manje promijenjene i tim su onda rudama sličnije postale.

U ovaj red ubrajamo ugljevlje (ugljac, crni ugljen, mrki ugljen i treset), smoline [petrolej, asfalt, ozokerit[8]) itd.] i jantar.

---

[1]) gr. analkis, slab, u izvođenju munjine. [2]) gr. harmozo, spojiti; temno, rezati, radi proraslaca. [3]) gr. desme, snop. [4]) gr. stilbe, sjaj [5]) gr. chabazios, ime neke rude u Orfeovim pjesmama. [6]) Po Prehnu. [7]) Od kineskog kaoling, porculanača. [8]) gr. oze, smrad; keras, rog.

Ovdje će biti samo o jantaru govora dok će ugljevlje i smoline doći na red u geologiji, kada bude o kamenju govora.

Jantar.

Jantar dolazi u zrnju i krugljastim komadima. U njem je često naći uklopljenih kukaca, sitnih drugih životinja i bilinskih čestica. Jantar se lomi ljušturasto, te je ponešto krhak. Boje je žućkasto bijele, žute, smeđe, crvene, a gdješto i šaren. On je sad više sad manje proziran, a i neproziran; sjaja je masna. Trenjem postaje munjevit. Tvrdoća je = 2—2·5, gust. = 1—1·1. Sastoji od C, H i O, (po prilici $C_{10}H_{16}O$); tali se pri 287° C, te izgara jasnim plamenom uz ugodan miris. U eteru i kloroformu se djelomice topi.

Jantar je fosilna smola, koja je istekla iz pretpotopnog crnogoričnog drveća. Nalaze je u tercijarnoj i diluvijalnoj formaciji i to poglavito u sjeveroistočnoj Njemačkoj, u Galiciji (kod Lavova), na Siciliji itd. Najveći dio jantara, što u trgovinu dolazi, potječe sa pruske obale od Stralsunda do Memela, gdje ga u moru love ili iz zemlje iskapaju.

Jantar upotrebljavaju za uresnine, za pušaće sprave, za pravljenje jantarove kiseline, jantarove smole, kojom podove mažu i prave voštano platno itd.

II. DIO.

GEOLOGIJA.

UVOD.

Riječ geologija[1]) imala bi značiti nauku o zemlji, no znamenovanje te riječi ne uzimlje se u najširem tom smislu. Općenita nauka o zemlji ne bi se imala samo baviti zemljom kao planetom ili nebeskim tijelom, nego bi imala još obuhvatati sve sastavne dijelove zemlje, zrak, vodu, tvrdu zemlju, biljke, životinje i sama čovjeka. Radi toga se ima značenje geologije toliko ograničiti, da geologijom nazivamo onu nauku, koja se bavi sastavom i razvojem krute zemaljske kore.

Geografija (opis zemlje) je nauka, koja opisuje zemlju onako, kakva je ona danas, dok geologija proučava zemlju, kako je ona postala i razvijala se u svojoj prethistorijskoj prošlosti. No kako možemo razvoj zemlje proučavati samo iz njezina današnjeg stanja, to stoje obje ove znanosti u najužem savezu, te tvore zajedno s astronomskom geografijom općenitu nauku o zemlji. Ova se nauka prama tomu ovako dijeli:

I. Astronomska geografija.

II. Geografija.

A. Geografija anorganskih tvari (fizikalna geografija):
   a) Nauka o dahokrugu (meteorologija i klimatologija).
   b) Nauka o vodi (hidrografija).
   c) Nauka o krutoj zemlji (fiziografija, orografija, morfologija zemaljske površine).

B. Geografija organskih stvorova (biološka geografija):
   a) Geografija bilja.
   b) Geografija životinja.
   c) Historijska geografija.

Geologija.

[1]) gr. ge, zemlja, logos, znanost, nauk.

Da se geologija dobro razumije, to je neophodno nužno poznavati temeljne nauke iz astronomske i fizikalne geografije. Nauke te, u koliko one zahvataju u geologiju, sačinjavaju prvi dio geologije: općenitu geologiju. Na nju se nadovezuje posebna ili specijalna geologija, koja obuhvata nauku o kamenju, o nutarnjem sastavu i o razvoju tvrde zemaljske kore.

Onaj dio geološke znanosti, što ga mi nazvasmo posebnom geologijom, nazivaju neki još i geognozijom.[1])

Među prirodnim znanostima je geologija najmlađa. Utemeljitelj njemačke geologije bio je Abraham Gottlieb Werner[2]), učitelj na rudarskoj akademiji u Freiburgu u Saskoj, koji je ujedno stvorio i znanstvenu mineralogiju. Njegovi najglasovitiji učenici bijahu Aleksandar v. Humboldt[3]) i Leopold v. Buch.[4])

[1]) gr. gnosis, znanje. [2]) A. G. Werner, rod. 25. rujna 1750. u Wehrau-u u Lužičkoj, umro 30. lipnja 1817. u Dražđanima. [3]) A. v. Humboldt, rod. 14. rujna 1769. u Berlinu, umro 6. svibnja 1859. u Berlinu. [4]) L. v. Buch, rod. 26. travnja 1774. u Stolpenu, Uckermark, umro 4. ožujka 1853. u Berlinu.

I. ODSJEK.

OPĆENITA GEOLOGIJA.

A) ZEMLJA KAO PLANET.

Kakva je naša zemlja u prvom svom početku bila, o tom nas poučaje astronomija, jer nauka o postanku i razvoju cijelog našeg sunčanog sustava obuhvata i našu zemlju, jer je i ona kao planet jedan dio toga sustava.

Nema dvojbe, da je jednom i naša zemlja bila upravo tako užarena, da su joj neke tvari bile plinovite a druge tekuće, kako je to još danas na suncu, a po svoj prilici i na ostalim zvijezdama, koje svojim vlastitim svijetlom svijetle; za to ima na samoj zemlji nepobitnih dokaza. jer samo onda, ako je zemlja plinovita ili tekuća bila, moglo se je dogoditi, da je dobila oblik kruglje i da se je okretanjem na polovima splosnula. A da je to tekuće stanje bilo ujedno užareno, dokazom je ona neiscrpiva množina topline, što je zemlja još i danas u svojoj nutarnjosti krije. Govore nam za to one neizmjerne množine rastaljena kamenja, što kao lava iz vulkana izlaze, govore za to topla vrela, te napokon ona pojava, što su je u rudnicima i arteškim zdencima zapazili, da je naime u zemlji tim toplije, što dublje u nju zalazimo.

Svako tijelo se u hladnijem prostoru ohlađuje, a tako je i naša zemlja morala vremenom ohladnjeti. Fizici i astronomi uzimlju, da u svemirskom prostoru vlada temperatura od — 160° C. U tom hladnom prostoru gubeć svoju toplinu, moralo je na zemlji do toga doći, da su joj se počele tekuće tvari pretvarati u tvrda tjelesa, a plinovite tvari u tekućinu. Na zemlji se je polagano od rudnih tvari stvorila kora. Ta kora je prama nutarnjoj strani sve više debljala, jer se je rastaljena jezgra još dalje ohladivala. Kako se je kora na površini sve više ohladnjivala, to su se mogle zgušćivati i one plinovite tvari, koje su se s početka u dahokrugu nalazile, a među njima ponajprije voda. Istim onim korakom, kojim se je zemlja ohladnjivala, pretvarala se je vodena para u vodu. Tako nastade na zemlji

more, kopno se odijeli od oceana, na zemlji se pojaviše oni članovi, koji tvore i danas našu zemlju.

Nazore o razvoju sunčanoga sustava možemo u toliko nazvati znanstveno utvrđenom teorijom, ukoliko se oni slažu sa svim zapažanjima.

Sva tjelesa našega sunčanoga sustava, svi planeti i svi trabanti obilaze istim smjerom oko sunca. Pa i sva ta tjelesa, u koliko je dosada poznato, a i samo sunce kreću se oko svoje osi u istom smjeru — od zapada preko juga na istok. Putovi pojedinih planeta tako su slabo međusobno nagnuti, da sa sunčanim polutnikom tvore skoro jednu ravninu, a uz to je još oblik svih tih putova malne isti. Ovo jednolično gibanje, koje vlada u cijelom sunčanom sustavu, dovelo je njemačkog filozofa Kanta[1]) i franceskog astronoma Laplace-a[2]) do teorije, koja bi imala protumačiti jedinstveni postanak sunčanog sustava. Ta teorija zove se Kant-Laplace-ova teorija.

Po spomenutoj teoriji bila je cijela tvar, od koje se sastoji danas cijeli sunčani sustav, raširena daleko preko granica sadanjeg sunčanog sustava, dakle daleko iza najudaljenijega planeta (neptuna) i to u dosta jednoličnom, plinovitom stanju. Bila je to užarena plinovita kruglja, koja se je okretala oko svoje osi u istom smjeru, u kom se danas planeti oko sunca okreću. Međusobnim privlačenjem pojedinih čestica suzivala se je ta kruglja i postajala manja. Tim suzivanjem dođoše sve čestice bliže do osi, pa donesoše sa sobom veću brzinu nego što je imadoše oni dijelovi, kamo sada dospiješe. Radi toga se je morala ova plinovita kruglja tim brže okretati, što se je više suzivala. Radi bržeg okretanja se je kruglja na polovima sploščivala, a na polutniku je središnja sila sve više rasla. Kada je središnja sila neku granicu prekoračila, moradoše se oko polutnika pojedini prstenoliki dijelovi plinovite tvari odlupiti. Ti dijelovi se onda skupiše u pojedina nebeska tjelesa, u planete.

To se je događalo više puta, pa tako je nastala i naša zemlja od takvog jednog prstena. No gubitkom topline zgušćivala se je zemlja sve više tako, da je od svog prvotnog užarenog plinovitog i onda tekućega stanja došlo do toga, da je na površini svojoj dobila tvrdu koru.

Kao što su od središnje kruglje odlupljivanjem postali planeti, tako su na isti način od planeta postali njihovi mjeseci. U središtu cijeloga sustava preostala tvar stvorila je sunce.

Oblik, veličina i gustoća zemlje. Među nutrašnjim planetima (merkur, venera, zemlja, mars) sunčanoga sustava zauzimlje zemlja treće mjesto. Ona se okreće oko svoje osi i oko sunca, koje je od zemlje 1,251.000 puta veće. Zemlja ima oblik zavojnog elipsoida[3]), komu polutnički promjer iznosi 1276 *g.m* [= 1719 geografskih milja[4])], dok je zemaljska os za $^1/_{299}$

[1]) Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, Königsberg 1775. [2]) Exposition du système du monde, Paris 1716. [3]) Rotationsellipsoid. [4]) 1 geogr. milia = 0·742 *g.m* ili 7420 metara.

(oko 6 geogr. milja) kraća, te iznosi samo 1272 *µm* (1713 geogr. milja). Prama tomu je zemlja kruglja, koja je na polovima sploštena.

Iz navedenih se brojeva dade izračunati, da površina zemlje iznosi 5·1 mil. μm^3 ili 9,261.238 četvornih milja, a da joj tjelesna sadržina iznosi 1083 milijuna μm^3 ili 2.650,184.445 kubičnih milja.

Srednja gustoća cijele zemlje je 5·6 puta veća nego gustoća vode, a prama tomu bila bi zemlja teška 5,955.600 trilijuna kilograma.

Srednja odaljenost zemlje od sunca iznosi 23.300 zemaljskih polumjera ili oko 14·84 milijuna *µm*. Najveća odaljenost (aphelium) je sada 15 milijuna *µm*, a najmanja (perihelium) = 14·5 *µm*, to tvori ekscentritetu od jedno 0·017. Ta ekscentriteta nije uvijek ista, nego se mijenja u periodama od nešto više od 800.000 godina od 0·003 do 0·08, te iznosi u maksimumu oko 1·2 milijuna *µm*. Dok svijetlo prevali ovu srednju udaljenost, treba 8 minuta i 17·8 sek.; isti taj put prevalio bi zvuk tek za 15 godina. — Zemlja obiđe sunce za 365 dana, 6 sati, 9 minuta i 10·7 sekunda, tako da u prosjeku zemlja u jednoj sekundi provali put od preko 3 *µm*.

Mjesec naše zemlje ima kao i zemlja kruglast oblik. Promjer mu iznosi nešto više od ¼ zemaljskog promjera. Prama tomu je površina mjeseca $\frac{1}{14}$ površine zemlje dakle nešto manja od površine Azije. Sadržina zemlje je 50 puta veća od sadržine mjeseca, dok je težina zemlje 79·66 puta veća od težine mjeseca, pa zato iznosi gustoća mjeseca samo 0·63 od srednje gustoće zemlje. t. j. mjesec je 3·15 puta tako gust kao voda.

Srednja udaljenost mjeseca od zemlje iznosi oko 38.400 *µm*. Mjesec obiđe zemlju po prilici u 27⅓ dana.

Središnje tijelo našeg sustava — sunce — užarena je kugla, koja se oko svoje osi okreće. Promjer sunca ima 108·5 zemaljskih promjera (138.500 *µm*). Sadržina mu je 1,251.000 puta veća od sadržine zemlje, a masa je 700 puta tolika kao od svih planeta. Gustoća sunca je oko 1·5.

B) SASTAVNI DIJELOVI ZEMLJE.[1])

Glavni dijelovi naše zemlje, što ih vidimo, dadu se na tri odjela ili člana razdijeliti. Ta tri člana pokazuju tri razna stanja skupnosti, pa su se prama svojoj gustoći na zemlji poredala. Idući izvana nalazimo redom:

1. dahokrug ili atmosferu[2])
2. ljusku vode ili hidrosferu[3]),
3. tvrdu zemaljsku koru ili litosferu[4]).

K tomu dolazi još nepristupni dio naše zemlje kao četvrti sastavni dio zemlje:

[1]) Ovaj odsjek geologije mogao bi se nazvati još i fizikalnom geologijom. [2]) gr. atmos, para; sphaira, kugla. [3]) gr. hydor, voda. [4]) gr. lithos, kamen.

4. jezgra zemlje ili perisfera[1]) ili barisfera[2]) a peti član tvore

5. bionti[3]) ili organski stvorovi na zemlji (biosfera), koji su se smjestili između litosfere i atmosfere i to ili u hidrosferu ili, gdje nje nema, na granici između litosfere i atmosfere.

Najglavnija razlika između zemlje i mjeseca pogledom na fizični sastav jest ta, da na mjesecu nema uzduha ni vode, pa da radi toga onda ne može na njem biti ni živućih stvorova. Na mjesecu nema dakle niti atmosfere niti hidrosfere. Po svoj prilici je to skroz tvrda i skroz ohladnjela kamenita kugla.

Sunčana tvar je skroz užarena. Računaju, da je nutarnja toplina sunca mnogo veća od 1,000.000° C. Kao što na zemlji, tako možemo i na suncu razlikovati više zaokruženih ljusaka, i to poglavito ove:

1. Sunčana atmosfera, koja se za potpuna pomrčanja sunca očituje kao crvenkasta ljuska svijetla (hromosfera), sastoji u glavnom od užarenoga vodika, dok se oko toga opaža sijevajući bljesak (corona), koji potječe od vodika i natrijevih plinova, te jedne tvari (helium), koju su nedavno i na zemlji našli.

2. Fotosfera je ljuska svijetla, koja sastoji od bijelo užarenih plinova, te od koje dolazi sunčano svijetlo i sunčana toplina.

3. S[illegible]a jezgra, za koju se još ne zna, da li je tekuća ili plinovita.

Pogledati nam je sada najbitnija svojstva ovih pet dijelova ili članova naše zemlje, koliko je potrebno, da se razumiju geološki pojavi.

1. **Atmosfera** obuhvata cijelu zemlju kao cjelovita ljuska. Ona se zajedno sa zemljom okreće danomice oko zemaljske osi i onda zajedno na godišnjem ophodu oko sunca. Radi toga tvori i ona zavojni elipsoid, koji je po svoj prilici na polovima više sploštен.

Obično se uzima, da je atmosfera jedno 75 kilometara visoka; no sigurno je, da se atmosfera iznad polutnika diže mnogo više iznad ove visine. Tad u toj udaljenosti mora zrak biti neizmjerno rijedak.

Gustoća zraka je u različnim visinama iznad zemlje raznolična. Donji slojevi zraka su gušći od gornjih, jer stoje pod većim pritiskom.

Na površini mora uz pritisak, koji odgovara stupu žive od 760 *mm*, te pri 0° C., jest 1 litra suha zraka teška 1·294 grama. Zrak je radi toga 773 puta lagljи od vode, a 10.450 puta lagljи od žive. Ako uzmemo vodu kao jedinicu, onda je gustoća zraka = 0·001294, ako uzmemo vodik = 1, onda je gustoća zraka = 14·43.

Već u visini od 7·5 *km* je gustoća zraka 0·4 od one na površini zemlje (odgovarajuća visina barometra 294 *mm*), a u visini od 60 *km* je gustoća zraka samo 0·0003 (visina barometra = 0·25 *mm*), a zrak je tu tako rijedak, kako ga ne možemo više ni u našim zračnim sisaljkama stvoriti.

[1]) gr. pyr, vatra. [2]) gr. barys, težak. [3]) gr. bion, živuće biće.

Po cjelokupnom pritisku zraka dade se proračunati, da težina zraka obzirom na srednju visinu kopna iznosi 5,144.587 bilijuna (ili $5^1/_5$ trilijuna) kilograma.

Masa zraka prama masi cijele zemlje snosi se kao:

1 : 1,157.644 ili = 0·0000008637 : 1,

dakle je manja od jedne milijuntine zemaljske mase.

Zrak je sastavljen od smjese dušika i kisika (mehanična smjesa, a ne kemijski spoj) uz nešto malo ugljične kiseline i vodene pare. Kisik i dušik se nalaze u istom omjeru pomiješani na svakoj točki zemlje i u svakoj visini. Množina ugljične kiseline i vodene pare u zraku je na raznim mjestima vrlo raznolična.

U 100 prostornih dijelova suhog atmosferskog zraka nalazimo svuda i uvijek jedno 79 prostornih dijelova dušika (oko $^4/_5$) i 21 prostorni dio kisika (oko $^1/_5$), a po težini 76·8% dušika i 23·2% kisika. Primiješanom ugljičnom kiselinom i vodenom parom se doduše ne mijenja relativna množina kisika i dušika, ali se ponešto mijenja njihova apsolutna množina. Tako ima u prosjeku u 100 dijelova atmosferskoga zraka:

dušika — — — — — —	78·24
kisika — — — — — —	20·80
vodene pare — — — —	0·93
ugljične kiseline — — — —	0·03
	100·00

Na pojedinim mjestima mogu se kadikad u zraku nakupiti još i drugi plinovi, kao na pr. amonijak pri rastvaranju dušičnih organskih sličenina, dušična kiselina uplivom munjine, solna kiselina i sumporna sukiselina u blizini djelatnih vulkana itd.

I praha ima u zraku uvijek, ako i ne u jednakoj množini, te ako ga baš i ne vidimo prostim okom. Naći ga je nad morskom pučinom i na najudaljenijim gorskim visinama i ledenjacima.

Toplina zraka ovisna je gotovo jedino o uplivu sunčanih zraka; upliv zemlje je tako neznatan, da se ne da mjeriti. U polutničkim krajevima grije sunce slojeve zraka mnogo više nego na polovima a radi te razlike u toplini nastaju zračne struje i razne oborine (kiša, snijeg tuča).

Potanje razmatranje svih ovih pojava predmetom je meteorologije (nauka o atmosferi i svim pojavima, koji se u njoj događaju) i klimatologije[1]) (nauka o klimatskim odnošajima zemlje)

2. **Hidrosfera.** Kako se je kopno na površini zemlje u tako znatnim i raznoličnim visinama razvilo, to voda nije kadra u današnjim odnošajima, da kao ljuska cijelu zemlju pokrije.

[1]) Riječ klima označuje cjelokupni učinak atmosferskih pojava na nekom stanovitom mjestu.

Najveći dio vode skupio se na najdubljim mjestima litosfere, pa tvori tude jezera i mora razne veličine i dubljine. Drugi dio vode teče izvorima, potocima i rijekama u more. Jedan dio vode se opet nalazi u plinovitom stanju kao vodena para u atmosferi ili se je skupio u krutom stanju kao snijeg i led na visokim bregovima i na polovima, a napokon se jedan dio vode provlači kao vlaga kroz zemaljske slojeve.

More. Cijela površina zemlje iznosi po prilici 5·1 milijuna μm^2. Od toga dolazi 1·35 milijuna četv. mirijametara na kopno i 3·75 milijuna četv. μm na more. Površina kopna se stoga prama površini mora snosi kao 1 : 2·77; ili ako uzmemo cijelu površinu zemlje = 1, onda zauzima kopno 0·235 a more 0·765 dijelova te površine.

Obam i težinu cjelokupne morske vode možemo samo približno opredijeliti, jer nam nijesu točno poznate niti dubljine niti granice mora.

Po starijim, nepouzdanim mjerenjima uzimali su srednju dubljinu mora mnogo veću, nego što je u istini. Po novijem mjerenju je srednja dubljina atlanskog oceana nešto malo veća od 4280 metara. Dubljina je to, koja odgovara srednjoj visini najviših azijatskih visočina. Srednju dubljinu indijskog oceana proračunaše na 3233 metra. U sjevernom dijelu tihoga oceana iznosi srednja dubljina po prilici 4830 metara. Na najveću dubljinu naiđoše istočno od otočja Mariana; tu je ona iznosila 9636 metara. U južnom dijelu tihoga oceana računa se srednja dubljina na 3958 metara.

Ako prama tomu računamo, da je prosječna dubljina mora 3400 metara, a površina 3·75 μm^2, to iznosi (ako ne računamo nepoznati antarktijski kraj) sadržina oko 1·28 milijuna kub. μm t. j. sadržina hidrosfere se odnosi prama sadržini cijele zemlje kao 1 : 846, težina njena prama težini zemlje kao 1 : 4740.

Morska se voda ne sastoji od same čiste vode (H_2O); u njoj ima znatna množina rastopljenih soli i plinova, pa je ona zato slana i gorka okusa, te nije pitka. U atlanskom oceanu ima u prosjeku 3·56 postotaka rastopljenih krutih tvari.

U 1000 grama ovakove morske vode imade:

NaCl, klornatrija (slankamena) — — — —	27·95 grama
$MgCl_2$ klormagnezija — — — — — —	3·31 «
$MgSO_4$ magnezijeva sulfata (gorke soli) — —	2·34 «
$CaSO_4$, kalcijeva sulfata (rastopljen kao sadra)	1·38 «
KCl, klorkalija — — — — — — — —	0·57 «
$MgBr_2$, bromova magnezija — — — — —	0·05 «
$CaCO_5$, kalcijeva bikarbonata — — — — —	0·04 «

Osim toga ima još u morskoj vodi nešto malo rubidijeva klorida, kalcijeva fosfata, željezna bikarbonata, kremene kiseline, joda itd.

Množina soli je u otvorenim morima gotovo uvijek jednaka i nepromjenljiva. No u zatvorenim morima, te u onim morima, koja su uskim tijesnima od svjetskih mora odijeljena, ova je množina soli sad veća, sad manja.

Sredozemno more i Crveno more je slanije od oceana. Oba se ova mora nalaze u toplom podneblju, pa se iz njih više vode isparuje, nego što rijekama slatke vode dotječe, tako da u njih mora uvijek iz oceana slana voda utjecati, da se uzdrže u jednakoj visini, i za to postaju ona sve slanija. U Sredozemnom moru ima 3·64—4% (Jadransko more kod Spljeta) rastopljenih soli, a u Crvenom moru 3·9 do 4 postotka.

Crno more i Istočno more je opet manje slano od oceana. Mnoge i velike rijeke donašaju u ta mora više slatke vode, nego što se vode ispari; radi toga postaju ta mora slađa. U Crnom moru ima rastopljenih soli 1·7%, u Istočnom moru od Kopenhagena 1·08%, a u zalivu kod Kronstadta 0·06%.

Napola slana voda, kako je nalazimo u spomenutim morima, te na ušću velikih rijeka, zove se brakična voda.

Osim u moru ima rastopljene soli još i u drugim vodama. Mi je nalazimo i u jezerima, u koja voda samo utječe, a nigdje ne ističe. Takvo slano jezero je Mrtvo more u Palestini, komu je gustoća 1·23, a ima 24·46% rastopljenih soli (8·52% kamene soli i 12·2% klormagnezija), tako da u njem ne mogu ni životinje živjeti. Takvih slanih jezera ima nadalje u kirgiškim stepama u Rusiji, med kojima je najznamenitije Eltonsko jezero na lijevoj obali Volge, zatim Veliko slano jezero Utah u sjevernoj Americi itd. Najzanimiviji snošaj postoji između Kaspijskog mora i zatona Kara-bugas, koji je plitkim tijesnom spojen sa prvim. U Kaspijskom moru ima samo 1·3% rastopljenih soli, dok u zatonu ima 28·5% soli (i pri tom 8·3% klornatrija i 12·9 klormagnezija), pa nam taj primjer može tumačiti, kako su nastale naslage soli.

Plinovi, što ih nalazimo u morskoj (a isto tako i u slatkoj) vodi, poglavito su: kisik, dušik i ugljična kiselina. Bez tih plinova ne bi bio moguć organski život u vodi.

Kisik, što se nalazi rastopljen u vodi, potreban je za disanje životinja. Kisik i dušik dolaze u vodu iz zraka. Voda ne prima zrak u onom sastavu, kakav se on vani nalazi, nego rastapa kisik razmjerno u mnogo većoj množini. U vodi se nalazi kisik i dušik u razmjeru kao 34 : 66 (1 : 1·9), dok im je u zraku razmjer 21 : 79 (1 : 3·7).

Vodene biljke trebaju za hranu ugljičnu kiselinu, upravo tako kao kopnene biljke. — Osim toga ima ugljična kiselina znamenitu geološku važnost pri rastapanju karbonata i rastvaranju silikata.

Gustoća morske vode je radi množine rastopljenih soli veća nego gustoća čiste vode. Ona je uz 3·48% soli = 1·0288 pri toplini 0° (1.0264 pri 14° R.).

Prama množini rastopljenih soli mijenja se i gustoća morske vode. Tako je na pr. voda u Sredozemnom moru gustoće 1·029 pri toplini od 14° R. i uz slanost od 3·7—3·8%.

Najveća gustoća i ledište slatke i slane vode ne pojavljuju se pri istoj toplini.

Slatka voda ima najveću gustoću pri 4° C. a ledište pri 0°. Grijanjem kao što i ohlađivanjem ispod 4° C. širi se voda i biva laglja.

Radi toga pri ohlađivanju sve do 4° C. pada voda na dno. To je uzrok, zašto je voda u dubljim jezerima u dubljini od 40—50 metara gotovo kroz cijelu godinu oko 4° C. topla uz vrlo neznatne promjene, dok se na površini voda ljeti znatno ugrije, a u zimi opet tako ohladi, da se na površju počne oledivati.

Morska voda ima uz srednju slanost svoje ledište pri —2·2° C. Gustoća joj nije pri 4° C. najveća, nego tek pri —4° do —5° C. prema većoj ili manjoj množini soli.

Radi toga može u dubokim polarnim morima doći toplina vode pod ništicu sve do —2° i —3° C., pa da u većim dubljinama i oko samoga polutnika vlada toplina od 4° do 0·2° C. Toplina biva u moru do najveće dubljine neprestano sve to manja.

Ona znanost, koja se potanje bavi pojavama hidrosfere, zove se hidrografija.

3. **Litosfera.** Litosfera tvori prama plinovitoj atmosferi i tekućoj hidrosferi u toliko opreku, što ona sastoji od tvrde tvari, od kamenja, Litosfera stoji između zraka i vode s jedne strane i užarene zemaljske jezgre s druge strane, te tvori oko cijele zemlje neprekidnu ljusku i koru, pa se radi toga naziva tvrdom zemaljskom korom.

Gustoća litosfere ne da se neposredno opredijeliti. Mi poznamo samo gornje, pristupne slojeve litosfere, a gustoća tih dijelova iznosi 2·6 do 3·0, pa se za to uzima srednji broj 2·8 kao gustoća litosfere, što bi iznosilo polovicu gustoće cijele zemaljske kruglje (str. 106).

Najveći vrhunci na litosferi (Gaurisankar u Himalaji, na granici Nepala i istočnog Tibeta, visok je 8840 metara ili 29.000 engl. stopa) zaostaju samo malo za najvećim izmjerenim dubljinama u moru (9636 met. u Tihom oceanu). Srednja visina kopna nad morem (oko 700 met.) je mnogo manja, nego što je srednja dubljina mora (3400 met.), te iznosi samo $^1/_5$ srednje morske dubljine.

Toplina litosfere ovisna je o tri činjenice: o toplini, što je nutarnja jezgra još ima, dakle o zemaljskoj toplini; o toplini, što je zemlja od sunca dobiva, ili o sunčanoj toplini [insolacija[1])], napokon o množini one topline, što je zemlja sijevanjem u svemir gubi [radijacija[2])].

U gornjim slojevima zemlje mijenja se toplina prama jakosti insolacije i radijacije. Dnevne promjene u toplini osjećaju se jedva još u dubljini od 1·3 metra. U većoj dubljini osjećaju se samo jošte godišnje mijene u toplini. Razlika ovih mijena u većoj je dubljini sve to manja, a u srednjoj Evropi iščezne svaka razlika godišnje topline u dubljini od 20 do 26 metara. U toj dubljini vlada kroz cijelu godinu stalna toplina, koja odgovara

[1]) lat. sol, sunce; insolatio, sunčanje. [2]) lat. radius, zraka.

po prilici srednjoj godišnjoj toplini dotičnoga mjesta. Odatle biva toplina sve to veća, što dublje u zemlju prodiremo i to tako, da u prosjeku kako se je to u rudnicima i arteškim zdencima iskusilo, za svaka 33—36 metara biva za 1° C. toplije.

Najveća dubljina, koju su dosegli kod Ribnika u Pruskoj-Šleskoj, iznosi 2003 met., dakle samo $\frac{1}{3185}$ zemaljskoga polumjera.

Onu stepenicu dubljine, koja odgovara prirastu topline od 1° C. zovemo g e o t e r m e n s k o m s t e p e n i c o m. Vrijednost ove stepenice, ili drugim riječima, prirast topline nije posvuda jednak i pravilan, no čini se, da će ovoj nepravilnosti biti uzrokom mjesne okolnosti.

D e b l j i n u litosfere ne možemo neposrednim istraživanjem opredijeliti. Po prirastu topline ili po debljini kamenih slojeva, u koliko je ona na pojedinim mjestima poznata, možemo samo približno procijeniti debljinu litosfere. No jednim i drugim načinom dolazimo do vrlo nesigurnih brojeva, tako da je bolje, ako za sada ne izreknemo stalna broja, kojim bismo označili debljinu zemaljske kore.

Kako je zemaljska kora građena, njen razvoj, te sastav raznovrsnog kamenja predmetom je s p e c i j a l n e g e o l o g i j e, koja se prama tomu dijeli na tri odsjeka:

1. P e t r o g r a f i j u[1]) ili nauku o kamenju.
2. G e o t e k t o n i k u[2]) ili nauku o položaju kamenja i sastavu gora.
3. S t r a t i g r a f i j u[3]) ili opis naslaga (nauku o formacijama).

Nauka o osovnom i razitom razvoju (fiziografija, orografija) kopna dio je f i z i k a l n e g e o g r a f i j e.

4. **Nutarnjost zemlje ili zemaljska jezgra.** Kako nam je nutarnjost zemlje posve nepristupna, to o njoj možemo suditi samo po pojavama, što ih zapažamo na vanjskom dijelu zemlje. Najvažnije pojave, po kojima u prvom redu možemo zaključivati, k a k v e skupnosti je nutarnjost zemlje, bile bi slijedeće: 1. toplina, koja u kori zemaljskoj s dubljinom raste; 2. topla vrela; 3. vulkani, kroz koje iz dubljine na površinu ističe rastaljeno kamenje (lava).

Sve te pojave dovode nas do tog zaključka, da mora u dubokoj nutarnjosti, do koje doprijeti ne možemo, vladati velika toplina, koja će nadmašiti toplinu, pri kojoj ne samo voda vrije, nego pri kojoj se i vulkansko kamenje rastaljuje, dakle preko 1700° C. No da li je ta nutarnjost uz veliki pritisak, što u dubljini vlada, tvrda ili tekuća, ne možemo tako lako odlučiti.

Naše predmnijevanje o velikoj toplini, koja u nutarnjosti vlada, slaže se posve sa zaključcima, što se izvode iz fizikalnih i astronomskih činjenica, da je

[1]) gr. p e t r a, kamen. [2]) gr. t e k t o s y n e, gradnja, graditeljstvo. [3]) lat. s t r a t u m, sloj.

naime zemlja bila užarena, tekuća kruglja, na kojoj se je laganim ohlađivanjem stvorila tvrda kora. Ako uzmemo, da za svaka 33 metra raste toplina za 1° C., to bi u dubljini od 56—72 kilometra vladala toplina, u kojoj se sve kamenje tali. Do te dubljine seže dakle onaj dio zemlje, koji zovemo p i r o s f e r a. Prema tomu bi debljina zemaljske kore iznosila u prosjeku $\frac{1}{100}$ zemaljskoga polumjera.

Ako bismo željeli odgovoriti na pitanje, od k a k v i h t v a r i sastoji nutarnjost zemlje, to bismo morali uzeti u obzir: 1. veliku gustoću cijele zemlje (str. 106) naprama gustoći vanjskih zemaljskih slojeva (srednja gustoća kopnenih i oceanskih vanjskih slojeva iznosi jedva 1·6); da je ono kamenje u litosferi (bazalti i olivinsko kamenje), koje po svoj prilici iz najveće dubljine potječe, najgušće (g. = 2·9—3·6) i željezom najbogatije. Iz toga moramo zaključiti, da srednja gustoća zemaljske jezgre mora biti veća, nego što je srednja gustoća cijele zemlje. Radi toga možemo jezgru zemlje nazvati b a r i s f e r o m, pa je s toga i vjerojatno, da se nutarnjost zemlje sastoji poglavito od željeza (gustoća = 7—7·8).

Amerikanski geolog. J. D a n a uzima, da se jedno $^2/_3$ cijele zemlje od željeza sastoji. Po toj bi pretpostavci morala željezna jezgra početi u dubljini od 81 *m*. Da je zemaljska jezgra od željeza, potvrđuju nam komadi drugih nebeskih tjelesa, koji kad i kad na zemlju kao m e t e o r i t i padaju. Meteoriti su ili od kamenja, koje naliči vulkanskom kamenju naše zemlje (m e t e o r n o k a m e n j e) ili od samorodnog željeza (m e t e o r n o ž e l j e z o). Kako su obje vrste meteorita komadi otkinuti s nebeskih tjelesa, to po svoj prilici potječe meteorno kamenje od litosfere, a meteorno željezo od barisfere dotičnih nebeskih tjelesa.

5. **Biosfera** obuhvata cijeli organski život na zemlji. Sav se život smjestio ili na granici litosfere i atmosfere ili u vodi, u kojoj ima zraka. Zrak je najbitniji uvjet za bilinski i životinjski život.

Sve biljke i životinje, što ih danas na zemlji nalazimo, nijesu od prvoga početka na zemlji. Od onoga doba, kada se je po prvi put mogao na zemlji nastaniti bilinski i životinjski život, pa sve do danas, čitave su generacije životinja i bilina živjele i opet izumirale, da drugima mjesto ustupe.

Rasprostranjenje raznih vrsta bilina (f l o r a) i životinja (f a u n a) ovisno je o gustoći, sastavu, strujanju i vlagi zraka, te o oborinama i toplini.

Ona znanost, koja se isključivo bavi izumrlim životinjama i biljkama, zove se p a l e o n t o l o g i j a (str. 1). Mi je možemo smatrati kao poseban dio geologije ili kao poseban dio bilinstva i životinjstva, koji je usko skopčan s prošlošću i razvojem naše zemlje.

Ostatke izumrlih životinja i bilina nalazimo uklopljene u kamenju litosfere. Ostaci se ti nalaze ili pojedince, ili ih ima toliko na okupu, da cijele slojeve ispunjuju tako, da su često mnogo doprinijeli stvaranju kamenja. Njihova tvar se je u zemlji znatno promijenila, al im se je oblik, a više puta i nutarnji sastav dobro sačuvao. Ovako promijenjene bilinske

i životinjske ostatke iz pradobe nazivamo okameninama ili fosilima.

Izumrle biljke i životinje u zemlji su se vrlo raznolično promijenile i sačuvale. Promjene ove mogle su nastati: 1. pougljenjivanjem; 2. rastrošbom ili isplakivanjem; 3. prevlakom; 4. otiskom; 5. okamenjivanjem.

Pougljenjivanjem su se poglavito sačuvali bilinski ostaci. Pritom se nije organska tvar biljke posve uništila, nego se samo na poseban način promijenila. Ona se je tvarno umanjila, ali tako, da je sa izlučenim slučeninama (voda, ugljična kiselina, močvarni plin) najviše izašlo kisika i vodika, pa da se je onda u preostaloj tvari smanjila množina spomenutih počela, dok se je množina ugljika relativno pomnožala. Radi toga je u raznim vrstima kamena ugljena bilinska tvar više ili manje pougljevljena tako, da nam treset, drveni ugljen, mrki ugljen, crni ugljen ili ugljac predočuju samo razne stupnjeve ove promjene.

Ako ne uzmemo u obzir pojedine sastavine pepela i malenu množinu dušika, što ih u sebi imadu, to sadržaje u prosjeku u 100 dijelova:

drvo	50 C.	6 H.	44 O.
treset	60 C.	6 H.	34 O.
drveni ugljen	67 C.	6 H.	27 O.
mrki ugljen	75 C.	5 H.	20 O.
crni ugljen	83 C.	5 H.	12 O.
ugljac	93 C.	4 H.	3 O.

Isplakivanjem ili rastrošbom sačuvali su se tvrdi dijelovi mnogih organskih stvorova, a poglavito skeleti, koji se sastoje od kalcijeva karbonata ili fosfata. Kod kosti hrpteničnjaka se životinjska sluz sve više troši i gubi, dok napokon ne ostanu sami anorganski spojevi. Na isti način su se promijenile i sačuvale ljušture od školjaka, oklopi morskih ježeva i zvijezda, te oklopi raka itd.

Organski dijelovi vežu i spajaju anorganske sastavine. Ako se sada organski dijelovi rastvore, a na njihovo mjesto ne dodu nove anorganske sastavine, koje bi preuzele ulogu ljepila, onda se lako takvi tvrdi dijelovi raspadnu.

Organski ostaci se vrlo često izvana prevuku korom, koja tako postane, da se na ostatke uhvati sneseni pijesak, glina itd., ili da se ostaci oblože kemijskim talogom. Najčešće se sastoji ova kora od kalcijeva karbonata, koji se u vodi nalazi rastopljen, pa se isparenjem vode kao kora oko tijela hvata.

Otisci postaju onda, kada organsko tijelo dode u mulj ili se vapnom tako okori, da u otvrdnjelu mulju ili vapnu ostane oblik tijela utisnut. Otisak je taj tim točniji i jasniji, što je finija i mekša ona tvar, u koju

tijelo dospije. Kada se organska tvar rastroši i iščezne, to može osim otiska nastati još i kamena jezgra, ako se nastala praznina ispuni kojom rudom.

Ovdje je važno još spomenuti, da na pr. jedne ljušture sastoje od aragonita, a druge od vapnenca. Aragonit rastapa voda mnogo lagljе nego vapnenac. Radi toga su se od aragonitnih ljuštura sačuvali gotovo jedino njihovi otisci ili kamene jezgre, dok su se vapnene ljušture gotovo uvijek sasvim sačuvale.

Pravo i potpuno okamenjenje postaje onda, kada rudna tvar prodre i sasvim ispuni organsko tijelo. Najobičnije rude, kojima se tjelesa okamenjuju, jesu vapnenac i kremen, a više puta i sadra, željezna pakovina itd. Prama tomu imamo ovapnenjenih, okremenjenih i porudačenih okamenina.

Kada se okamenjuju onakva tjelesa, koja sastoje od anorganske i organske tvari, kao što su na pr, kosti, ljušture, onda se ona u isto vrijeme i isplakuju. Organska se tvar naime pri tom rastvori i iščezne, a onu prazninu, koja pritom nastane, ispuni okamenilo. Tako sastoje okamenjene kosti obično samo od kalcijeva fosfata i karbonata.

Događa se više puta, da okamenilo tako prodre i ispuni organsko tijelo, da se pri tom i najfiniji nutarnji sastav sačuva. To se najljepše vidi na okameninama, koje su kremenom okamenjene. Na izbruscima od okamenjena drveta često se točno mogu raspoznati stanice, cijevi, cijevni svesci i godovi.

Među okamenine ubrajaju se još i utisci ili tragovi, što su ih životinje u zemlji ostavile, kao što su stope od ptica, plazavaca, vodozemaca, raka itd.

C) DINAMSKA[1]) GEOLOGIJA.

1. Utjecanje vode.

Ovdje nam je promatrati: kolanje vode, trošenje i rušenje kamenja, te kako voda rastrošeno i razdrobljeno kamenje odnosi i opet slaže i taloži, pa napokon postanak i utjecanje ledenjaka. Pojave su to, koje ovise o utjecanju zraka i vode na kamenitu površinu naše zemlje.

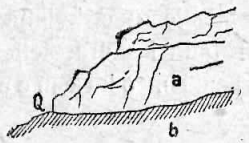
Kolanje vode. Sva voda na našoj zemlji u neprestanom je gibanju i kolanju. Uzimlje se, da je cjelokupna množina vode, što je sunčana toplina godišnje u paru pretvori, iznosi 430 μm^3, a to je $\frac{1}{3000}$ vode svih mora. Voda se u obliku pare diže u zrak, tu se zgušćuje, pa se onda opet kao oborina natrag na zemlju vraća. Može se uzeti, da se od cjelokupne oborine, što na zemlju padne, ⅓ odmah opet ispari ili u bilinstvo i životinjstvo ude, a ⅓ da tlo upije, dok ⅓ površinom oteče.

Ona voda, što je zemlja upije, prodire u dubljinu ili kroz pukotine u kamenju, ili se uvuče u samo kamenje. Radi toga je zemaljska kora do neke dubljine uvijek

[1]) dynamis, sila, utjecanje.

donekle vodom napojena. Mi nalazimo vodu u zemlji: gdje ona prosto teče kroz pukotine, šupljine i špilje, ili gdje je ona napojila naslage takva kamenja, koje lako vodu prima, ali pod kojim leži nepropusno kamenje, ili je nalazimo kao vlagu po šupljinicama svekolikog kamenja. Napokon prolazi još voda podzemno u blizini rijeka i potoka, gdje ona postrance probija u propusne slojeve uz obalu.

Sl. 169.



Podnožni izvor.

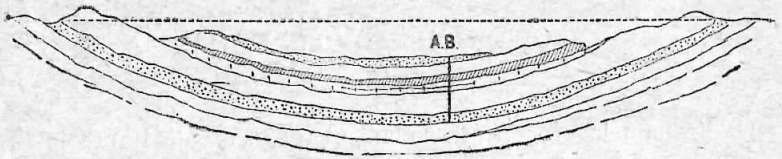
Sl. 170.

Nadnožni izvor.

a propusni vapnenac.
b nepropusni brusilovac
Q izvor.

Izvori postaju od one vode, što ju je zemlja upila i što se je podzemno skupila. Izvorna voda potječe dakle iz zraka, pa radi toga ovisi jakost izvorâ u prvom redu o atmosferskim oborinama.

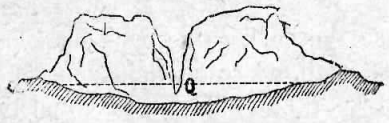
Sl. 171.



Arteški zdenac.

Ako voda u zemlji dospije do nepropusnih naslaga, koje leže koso, onda ona preko njih pretječe i izvire na onom mjestu, gdje nepropusna naslaga izlazi na površje (podnožni izvor, Schichtquelle, sl. 169.). Ako je ta nepropusna naslaga kotlinasto položena, onda se kotlina napuni vodom, a sve što preko toga dotječe, prelazi preko ruba kotline kao izvor (nadnožni izvor, Ueberfallquelle, sl. 170.). Ako je vanjsko središte kotline dublje od rubova, onda se može vrtanjem otvoriti put vodi, koja će, ako je razlika u visini znatna, kao vodomet u vis skakati (arteški zdenci, sl. 171.). Dopire li naravna pukotina ili urezana dolina dosta duboko u kotlinu, to će si na takom mjestu voda lako otvoriti put (dolinski izvor, sl. 172.).

Sl. 172.



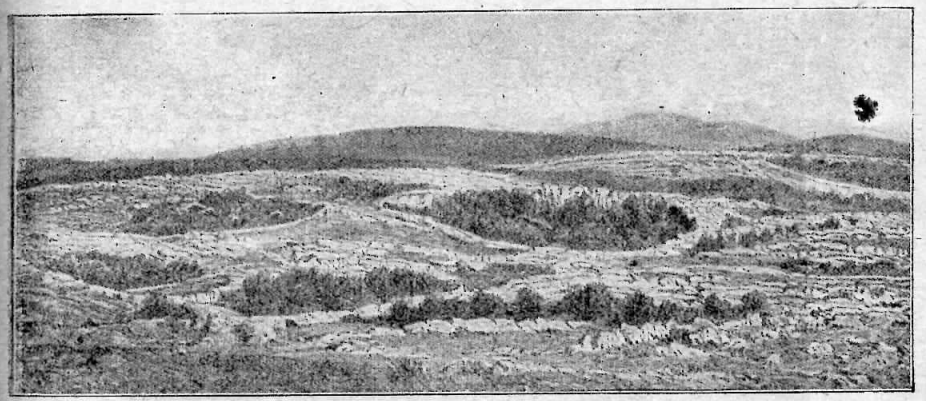
Dolinski izvor.

Sva ona voda, koja potječe ili neposredno ili posredno (kroz izvore) od atmosferskih oborina, naziva se slatkom vodom, jer u njoj ima malo soli, dok se morska voda zove slanom vodom. Utjecanje slatke vode na zemaljsku koru je dvovrsno: kemijsko i mehaničko.

Kemijsko djelovanje **slatke vode** osniva se na tom, što ona rastapa plinove i kruta tjelesa. Radi toga nema vode, što površinom zemlje kola, koja bi bila kemijski čista.

Već u vodi kišnici nalazimo zraka i ugljične kiseline, a uz to dosta često nešto dušične kiseline (pri grmljavini) i amonijaka. U izvornoj i u riječnoj vodi ima još više tuđih sastavina, koje ona prima iz zemaljskih slojeva, kada kroz njih probija i preko njih pretječe. Pri primanju tih sastavina najviše joj pomaže ugljična kiselina. Ugljičnom kiselinom rastapa voda mnoge soli, a poglavito kalcijev i magnezijev karbonat. Karbonati se ovi u čistoj vodi gotovo ništa ne rastapaju, dok se oni s ugljičnom kiselinom kao bikarbonati rastapaju. Bez ugljične kiseline ne može voda primati ove soli. Mi velimo, da je voda tvrda, ako ima mnogo rastopljenih soli, a mekana, ako ih ima malo.

Sl. 173.



Ponikve iz Kraša kod Trsta.

U tvrdoj, vapnenastoj vodi ostaju sočivice pri kuhanju tvrde, u mekoj vodi, u kojoj ima malo vapna, one omekšaju. Izvorna voda je većinom tvrda, jer je voda prolazeći kroz slojeve rastopila mnogo soli i sa sobom ih ponijela. Riječna voda je obično mekana, jer u njoj ima malo rastopljenih rudnih tvari.

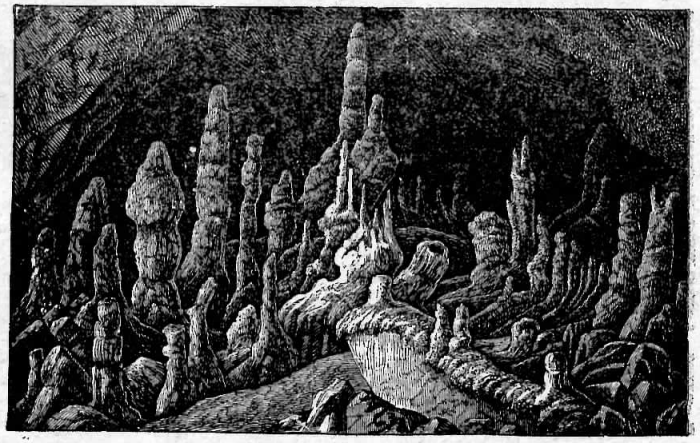
Tvrdoća vode mjeri se na stupnjeve. Na jedan stupanj dolazi u 100 kubičnih centimetara vode 1 miligram kalcijeva kisa, ili ako ima u vodi 0·00001 rudnih tvari, svedeno na množinu vapna. Ako nije voda većega stupnja tvrdoće od 18, to je onda dobra za svaku obrtničku porabu, a gledom na sadržinu vapna i za zdravlje posve prikladna.

U rudnoj ili mineralnoj vodi, te u vodi od većine toplih i vrelih izvora nalazimo soli i drugih rudnih sastavina u mnogo većoj množini nego u običnoj izvornoj, zdenčanoj ili riječnoj vodi.

Vapnena voda puna je ugljične kiseline te kalcijeva karbonata, koji je poglavito kao bikarbonat rastopljen. Kremena voda nosi znatnu množinu kremene kiseline; gotovo uvijek su to samo vreli izvori. Kiselica ima znatnu množinu ugljične kiseline; željezne kiselice imadu uz to još i željezna karbonata. Gorka voda sadržaje magnezijeva i natrijeva sulfata. Sumporna voda nosi slobodni sumporni vodik uz neke sulfate i karbonate. Slane vode iznašaju rastopljena slankamena, a istječu obično u takovim krajevima, gdje ima u zemlji naslaga soli.

Sve one rudne sastavine, što ih nalazimo u izvornoj i riječnoj vodi, izvukla je voda isplakivanjem iz kamenja. Tim neprestanim otapanjem i iznašanjem nastaju u vapnencu kroz neizmjerni niz godina podzemne šupljine, a na površini izrezuckani žlijebovi. Na Krašu postaju ovim otapanjem još i ljevkaste udubine, »doline« »ponikve« (sl. 173.), a podzemne šupljine nalaze u njima savez sa površinom.

Sl. 174.



Vapnene sige u Postojnskoj špilji.

Šupljine i špilje nastaju u naslagama sadre i vapnenca. Tako ima u Durinškoj i na Harzu mnogo sadrenih špilja, a na Krašu (Postojna itd.) i u Karpatima (Agtelek) vapnenih špilja.

Kemijskim utjecanjem vode troši se, rastvara i raspada mnogo kamenje, a više puta i takvo kamenje, koje se sastoji od takvih sastavina, koje voda teško i slabo rastapa.

Voda svojim kemijskim uplivom ne samo da rastvara i isplakuje kamenje, nego ga ona u isto vrijeme i stvara i gradi. Vapnena voda taloži kalcijev karbonat, što ga je svojom ugljičnom kiselinom rastopila i izvukla iz vapnenih naslaga, čim izgubi svoju slobodnu i na pola vezanu ugljičnu kiselinu, bilo to sad isparivanjem vode ili utjecanjem bilja. Staloženo vapno stvara vapnenu sigu i vapneni mačak.

Taiozi i prevlake, što na ovaj način postaju, vrlo su raznovrsne. U vapnenim špiljama stvaraju se sige (stalaktiti i stalagmiti, sl. 174.), a drugdje opet nalaze vapnena mačka, kao što je na pr. stvorio vapnoviti Anio kod Tivoli-a u blizini Rima silne naslage vapnena mačka — travertina — od kog su već stari Rimljani lomili kamenje za gradnju svojih ogromnih zgrada.

A i mnoge naslage rudača postale su kemijskim taloženjem iz vode. Naslage gnjede željezne rudače i željezna basenca po močvarama i tresetištima staložile su se u željeznatoj vodi. Dapače mnoge rudne žice mogle su tako nastati, da su se pukotine u gorju ispunjavale kovnim rastopinama.

Voda djeluje **mehanički**, kada se ona giblje i teče. Mehaničko ovo utjecanje je trovrsno: voda ruje i krši, ruševinu odnosi, onda je opet na mjestima taloži i slaže.

a) Rovanje i ispiranje. Gdje voda teče, ondje ona izdere, iskrši i otplovi zemlju, pa tim ispere svoj jarak i korito. Jarak biva po vremenu sve to širi i dublji, dok napokon ne postane od njega dolina.

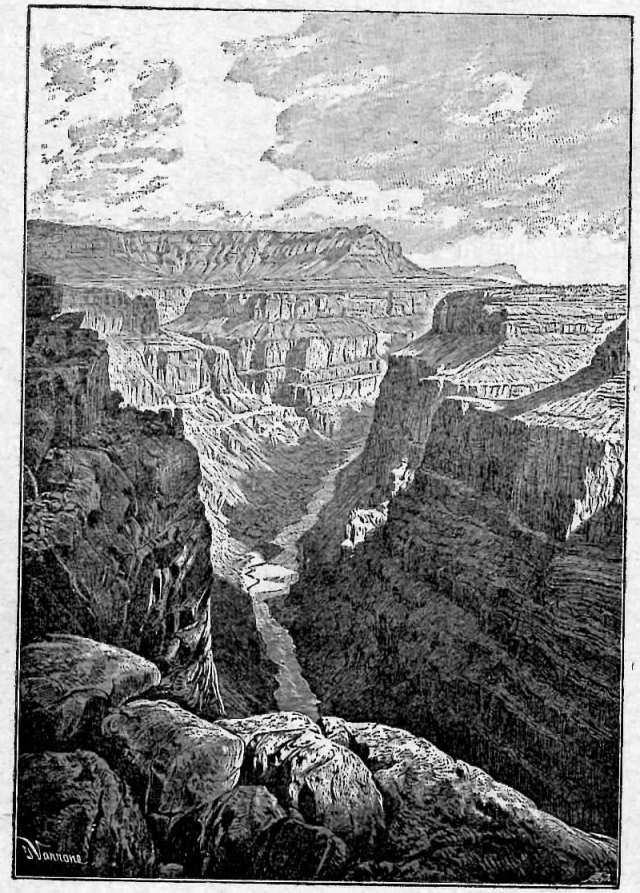
Dolina se počinje tako stvarati, da voda, što preko strma tla protječe, izruje više malenih jaraka; ti se jarci na većoj strmini sastaju u dublje i više razmaknute jarke. Kada su se jarci ovako već jednom stvorili, onda se počne stvarati i rašinivati dolina odozdo gore. Dolje se ona zadubljuje i raširuje, a odavde se ona sve više utiskuje prama gore. Ovo ispiranje osobito napreduje u podneblju, gdje zima prinosi, da se kamenje brže krši. Uz kršenje i rovanje, što ga voda mehaničkim trenjem u koritu izvodi, od najveće je važnosti kidanje i trošenje kamenja uz obale djelovanjem temperature, vlage i vode. Voda, što zađe u najfinije pukotine, čestim se mijenjanjem temperature smrzava i odmrzava. Pri svakom smrzavanju ona se raširi, pa kao klin rastjeruje i širi pukotinu. Na taj se način najjedrija gorje i najogromnije visočine sve do središta izderu i izjed (isporedi sl 175.). Od njih preostaju uske i šiljaste pećine (sl. 176.), dok napokon i one ne iščeznu, pa se posve ne izjednače s obližnjom ravnicom.

Oblik doline u mnogom ovisi o naravi kamenja. Jedno kamenje voda lagljo izjede i izruje, a drugo teže pa je posve naravno, da će o tom ovisiti širina i dubljina doline. Ako se u toku doline nalaze veće zapreke, onda će na takvom mjestu zaustavljena voda novom silom započeti rovanje i postvarati brzice i katarakte, da izravna svoj put kao što to ona čini i kod vodopada (sl. 177.).

Sve ono, što zrak, kiša, mraz, vjetar, biljke itd. skrše i razdrobe, nazivamo kršjem i drobišem. Kršje nalazimo pod obroncima gora, kako više puta cijele bočine pokriva, dok se drobiš pojavljuje po površini kamenja, koje se troši i raspada u sitnije droptine.

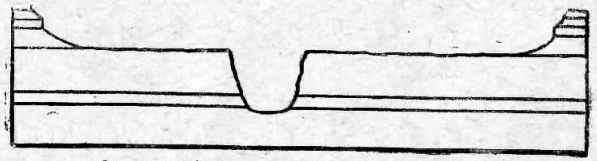
b) Odnašanje i taloženje kršja i drobiša. Krš i drobiš, što po gorju postaje, snese voda kišnica u potoke, a odavde dospije ono u

Sl. 175. *a*



Sl. 175. *a*) Pogled u izrovan, oko 900 *m* dubok prodor Grand Canona na Coloradu u Arizoni.

Sl. 175. *b*



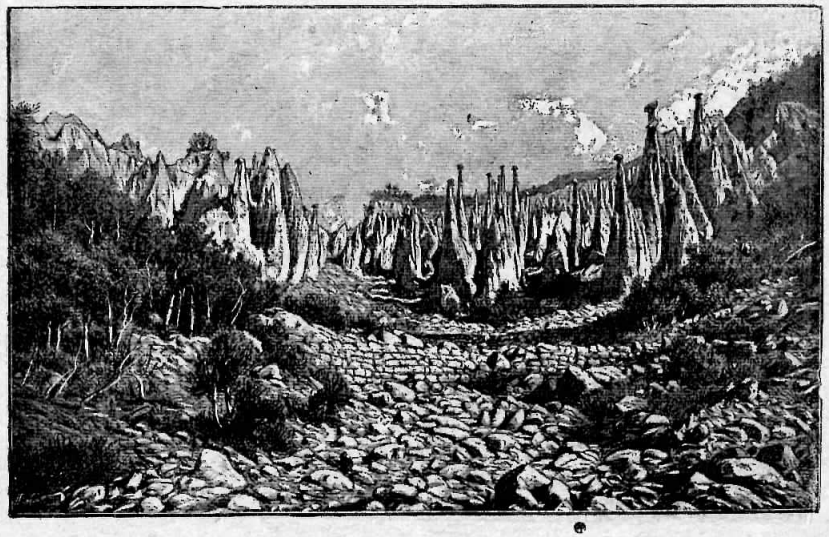
Sl. 175. *b*) Prorez doline na Coloradu.

rijeke. Rijeke ga dalje odnose, dok ga napokon negdje ne stalože i ne stvore tako k l a s t i č n o[1]) ili k r š n o kamenje.

Kada voda odnosi razdrobljeni materijal, odmah ga ona i proređuje: krupniji materijal odjeljuje od sitnijega.

Što je odneseni staloženi materijal udaljeniji od svoga ishodišta, to je on sitniji i finiji. Tomu su dva razloga. Ponajprije biva i krupniji materijal, čim ga voda dalje nosi, sve to sitniji, jer se on kotrljanjem i trenjem brusi i drobi. Drugi uzrok jest, što je u daljnjem toku rijeka sve slabija, pa ne može onamo odnositi krupniji krš i šljunak, kamo jošte lako odnaša pijesak i mulj. Radi toga se u rijeci ponajprije taloži veće k a m e n j e i krupnije v a l u t i c e, nešto dalje slaže se sitniji š l j u n a k, onda p i j e s a k i napokon m u l j i to obično na ušću, gdje rijeka gubi svaku brzinu.

Sl. 176.



Zemljane piramide kod Segonzana.

Pokretna sila tekuće vode raste s njenom masom i s kvadratom njene brzine. Radi toga mogu gorski potoci strma toka, ako naglo nabujaju, cijele krajeve užasno opustošiti i odvaljati gorostasne pećine do 200 m^3 (sl. 178.). Sl. 179. prikazuje nam, kako je nabujali potok Willenbach kod Brunecka u Tirolskoj razrovao obronke i dolinu.

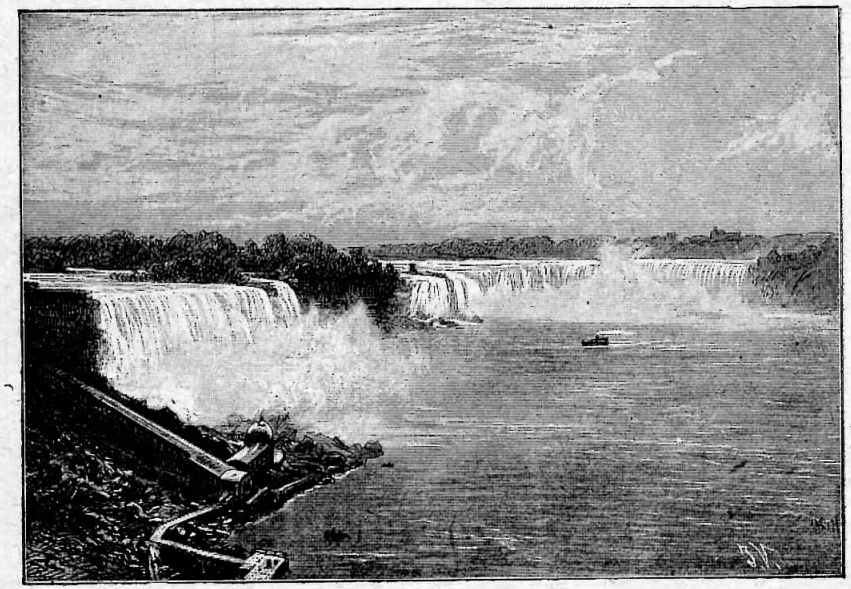
U takvim prilikama znade kadšto voda cijele gorske obronke srušiti i odnijeti, kao što znade i stare naplavine i nanose u dolovima izrovati i dalje odnijeti. Sl. 180. prikazuje nam užasni gorski odron, što se je zbio 9. srpnja 1892. na zapadnoj strani Arlberga.

[1]) gr k l a s t o s, razdrobljen, raskidan.

Kako se talozi uvijek ondje slažu, gdje mjesne prilike umanjuju brzinu tekuće vode, to je posve prirodno, da će se oni najviše složiti u velikom riječnom zavoju na nutarnjoj udubenoj strani, na ulazu brzih gorskih potoka u mirnije rijeke, pri ulazu rijeke iz gore u dolinu, kao što i pri utoku rijeka u more i jezera.

Na taj način postaju prudovi od pijeska i šljunka, postaju otoci u povećim rijekama, kamenite i šljunkovite poljane na podnožju gdjekojeg gorja, zatim široke zemljaste i pjeskovite naplavljene aluvijalne ravnice, te močvarne i muljevite delte na ušću mnogih rijeka.

Sl. 177.



Vodopadi Niagare između jezera Erie i Ontario; desno potkovasti slap (44 *m*), lijevo američki slap (47 *m*).

Gdjekada, kao na pr. kod dugotrajnih poplava znadu se cijele doline napuniti takom naplavinom, pa kad poslije voda stane opet teći u omanjoj mjeri, onda si voda izruje u »terasi« nov jarak. Terase (sl. 181.), što ih nalazimo uz rijeke, koje su nekoć bile bujnije, imadu često svoj začetak u ovim promjenama.

Naslage, što ih rijeke talože, nazivamo riječnim aluvijem, riječnom naplavinom, naslage po jezerima zovemo jezernim talozima, dok se talozi, što se stvaraju na ušću rijeka, gdje se slatka i slana voda miješa, zovu brakičkim naslagama.

Kemijsko djelovanje **slane vode** sastoji poglavito u taloženju soli, što se u njoj rastopljene nalaze. Soli ove se svuda tamo talože, gdje se voda toliko solju prenasiti, da sol ne može više ostati u rastopini, nego da na dno pada. Biva to u slanim jezerima ili zatvorenim morskim zalivima, gdje se voda s jedne strane u veliko ishlapljuje, pa gdje s druge strane voda dotječući još nove soli donosi.

Sl. 178.

Pećine do 200 m^3 i 500 tona težine, što ih je dovaljala bujica 12. srpnja 1892. kod St. Gervaisa zapadno od Montblanca.

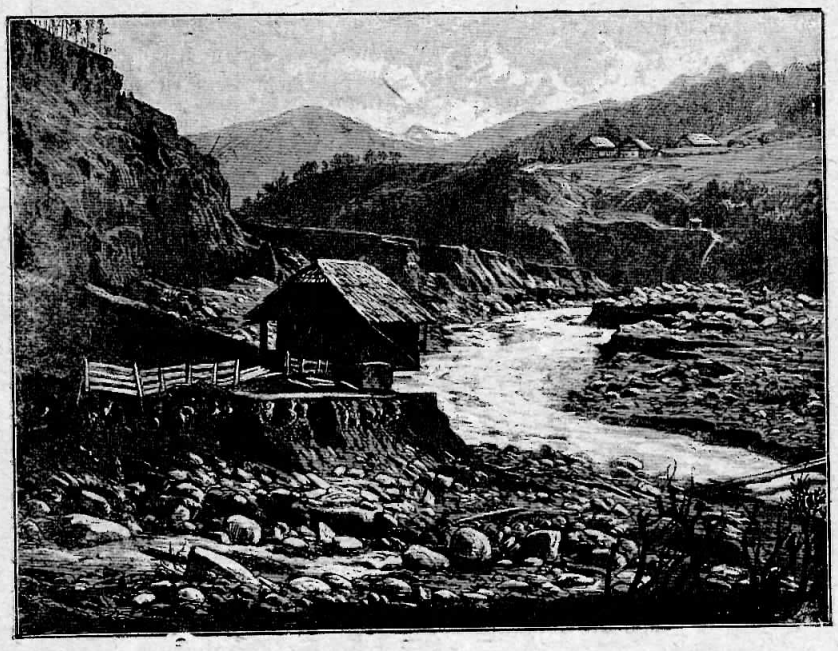
Pri tom se taloženju soli redom prama svojoj topivosti slažu. Ponajprije se odluče i stalože teško rastopive soli, poglavito sadra, zatim slankamen, a napokon kalijeve i magnezijeve soli, koje su najlaglje rastopive. U tom redu poredale i složile su se soli u solnim naslagama kod Stassfurta (kod Magdeburga u Pruskoj). Tim taloženjem postale su ogromne naslage sadre, anhidrita i kamene soli u raznom gorju.

More djeluje gibanjem vode **mehanički** na preobražaj zemlje. Gibanje to potječe: 1. od morskih struja, 2. od plime i osjeke, 3. od vjetra i oluje, i 4. od potresa. Posljedica toga gibanja je ona ista kao i kod rijeka. Gibanje to krši kamenje, odnosi ga i skršeni materijal opet slaže.

More najviše k r š i one obale, koje su okrenute prama vladajućim vjetrovima, gdje se valovi lome (sl. 182.). Takve obale ponajviše su s t r m e, dok su obale, gdje se zdrobljeni materijal slaže i taloži, r a v n e.

Kršenje nije svuda jednako, ono ovisi poglavito o kamenju i o položaju naslaga. Jaki valovi mogu gdješto pokrenuti pećine od ogromne težine (50 i više m. centi). Valovi podruju najčvršće kamenje, veći i manji komadi padaju u vodu, gdje se u š l j u n a k odbruse i u pijesak i mulj sataru. Sila valova ne siže daleko u dubljinu. Pred strmom obalom se obično ispod dohvata valova širi u malenoj dubljini terasa, koja znade u zgodnim odnošajima zauzeti znatan prostor (ploha abrazije; sl. 183.).

Sl. 179.

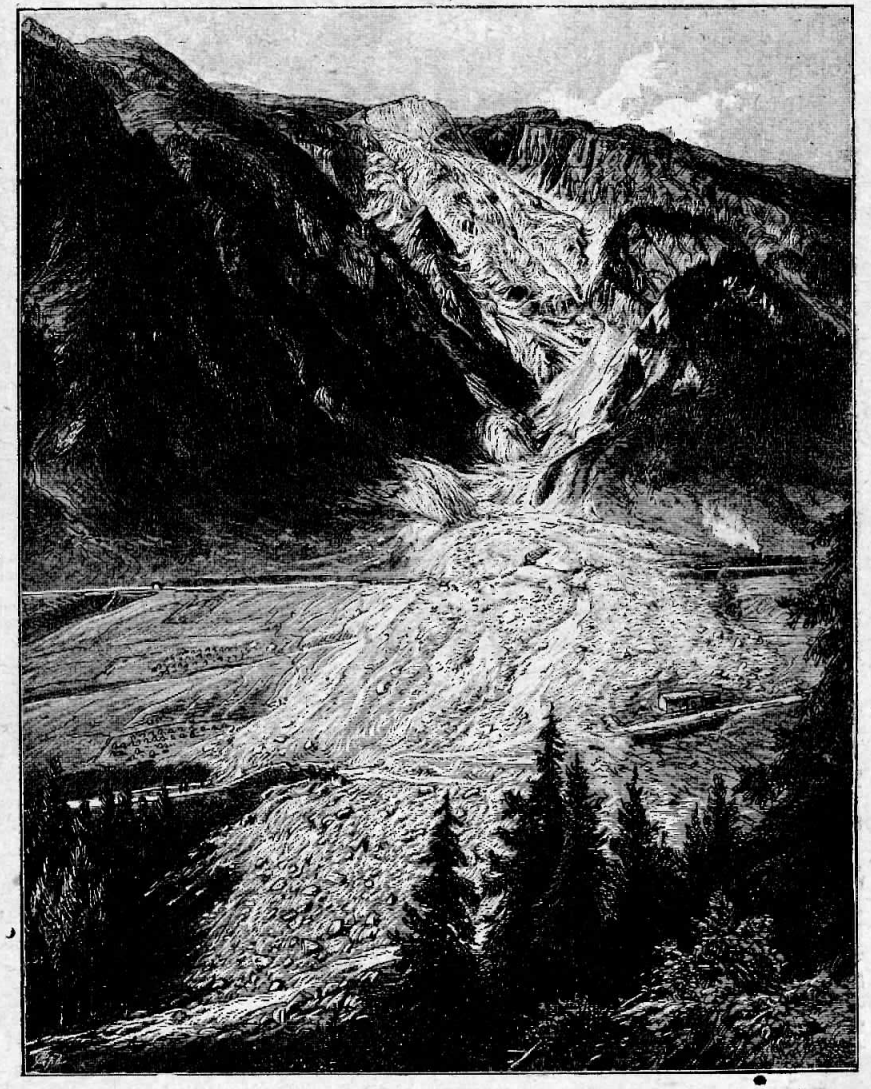


Učinci nabujalog Willenbacha iznad Brunecka u rujnu 1832.

S t v a r a n j e n a s l a g a u m o r u. Što more na jednom mjestu kopnu oduzme, to ono mora na drugom mjestu opet staložiti. Morske struje mogu doduše plivajuće stvari, kao plovučac, drvlje itd. ponijeti, pa ih gdjegod daleko složiti, ali one ne mogu niti najfiniji drobiš uzdržati, pa ga preko otvorena mora na daleko odnijeti. Samo led i ledeni bregovi mogu na sebi odnijeti manje i veće komade kamenja, koje onda na dno popada, kada se led otopi. Radi toga se daleko na otvorenom moru nigdje ne stvaraju naslage klastičnog kamena.

M o r s k e n a s l a g e k l a s t i č n o g a k a m e n j a mogu se stvarati samo u blizini morskih obala. Pri tom razreduju valovi cijeli materijal od

Sl. 180.



Gorski odron na Arlbergu. (Po fotografiji.)

obale prama pučini u onom istom redu, kako to čine rijeke od svog izvora pa do ušća. Krupniji šljunak poslaže se uz obalu i tvori o b a l n e n a s l a g e (l i t o r a l n e naslage). Pijesak i mulj pokupe vraćajući se va-

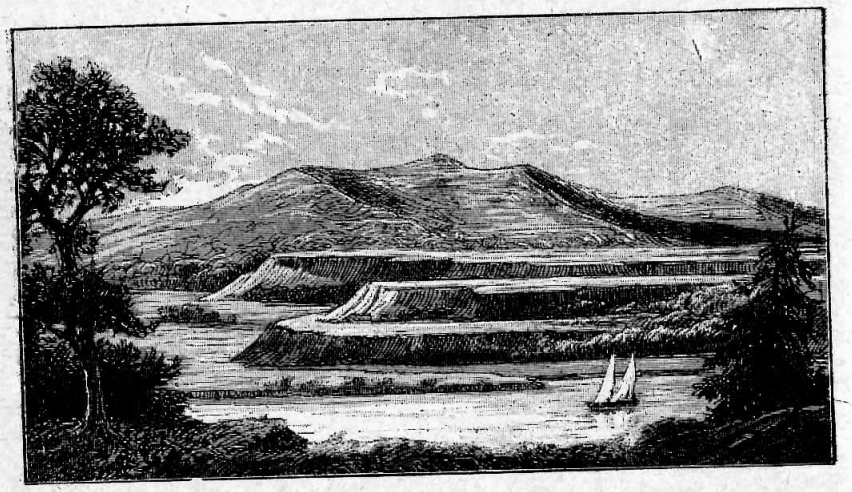
lovi, pa ga odnesu dalje od obale u more, te ga naslažu u pličini kao naslage plitkoga mora (subpelagijske naslage).

Naslage, koje postaju u dubokom moru (pelagijske naslage), poglavito su životinjskoga porijekla (str. 143.).

Smrznuta se voda pojavljuje kao led i snijeg. Led se sastoji poglavito od heksagonskih iglica, koje su se tako poređale, da im glavna os stoji okomito na površini leda.

Mi razlikujemo tri vrsti leda. Slatkovodni led stvara se po rijekama i slatkim jezerima. Sigasti led postaje u vlažnim spiljama, gdje se propuhom i ishlapljivanjem toplina snizuje. Morski led postaje na moru i to tek pri temperaturi u prosjeku od —2·35° C. (str. 110.). Pri smrzavanju se izluče soli, što su u morskoj vodi rastopljene, tako da je voda od morskoga leda pitka.

Sl. 181.



Terasa uz Connecticut River u New Hampshire u Sjevernoj Americi.

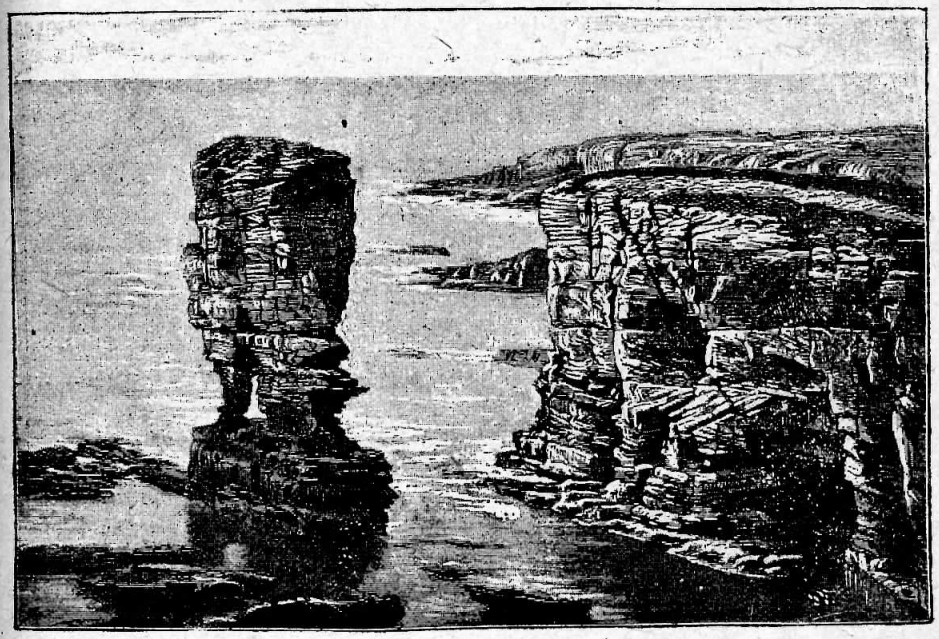
Snijeg sastoji od slabo spojenih sitnih ledenih ledaca. Kada ti leci iz visine padaju, onda se oni zgušćivanjem vodene pare i stvaranjem dvojaka i trojaka razvijaju u krasne zvjezdice. Pritiskom i djelomičnim staljivanjem postaje od snijega snježni led, a od ovoga ledenjački led.

Ledenjaci. Sve visoke gore imadu svoju snježnu granicu (granica vječnog snijega), iznad koje oborine uvijek kao snijeg padaju i otkle snijeg nikada posve ne iščezne. Visina te granice ovisi o geografskoj širini i klimatskim odnošajima. U Alpama nalazi se snježna granica poprečno u visini od 2750 metara. Snijeg se u velikim visinama iznad 4000 metara radi zime i suhoga zraka gotovo ništa ne mijenja, pa bi se tu morao

u neizmjernoj množini nakupiti, kad se ne bi uplivom vlastite težine neprestano dolje pomicao. Niže izpod 4000 metara topi sunce i topli vjetrovi snijeg na površini. Rastopljena voda prodire s površine u dubljinu, gdje se ona opet smrzava. Snijeg se tim pretvara u okrugla zrna, koja se spajaju sad jače sad slabije u cjelokupne gromade, u snježni led.

Kao što u većim visinama snijeg, tako se ovdje zrnati snježni led svojom težinom potiskuje sve to niže. Na strmim obroncima znadu se često komadi otrgnuti, pa užasnom silom u dolinu kao usovi ili lavine

Sl. 182.



Pećine, što ih je more iskidalo na strmoj obali otočja Orkney.

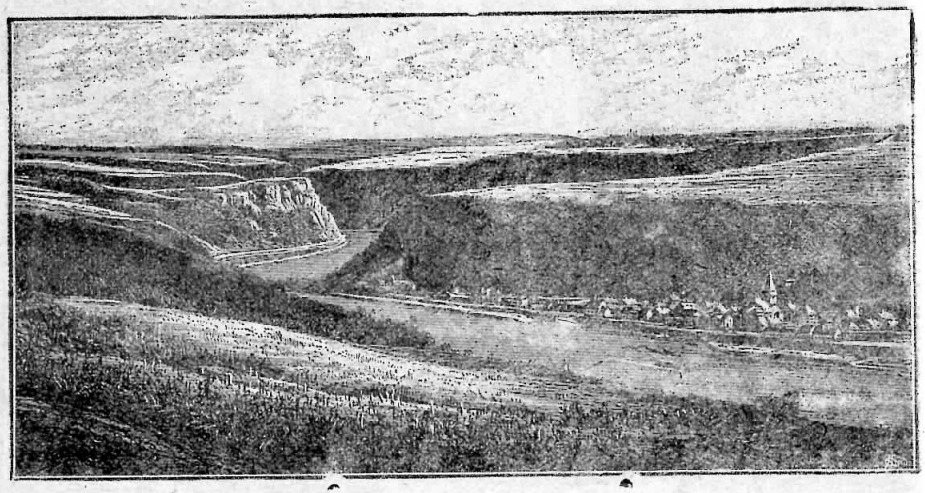
pasti. Na manjoj strmini skuplja se snježni led u širokim ravninama i kotlinama, pa se odatle lagano u dolinu spušta. Što on dublje u toplije krajeve dolazi, to na nj promjena topline sve više djeluje. On se odmrzavanjem i smrzavanjem sve više pretvara u jedriji led, u ledenjački led, te tvori ledenu rijeku, koju mi nazivamo ledenjakom.

Ledenjak možemo u mnogom pogledu smatrati rijekom. On ispunjuje cij dolove po cijeloj širini i do znatne visine. Ledenjak se pravilno pomiče i teč dol. Godimice prevali on 50—250 metara, pa bi se sve dalje u ravnicu odmic da mu se donji kraj ne otapa.

Kako se led neprestano otapa i ishlapljuje, to biva ledenjak sve to manji. Otopljena voda otječe sad površinom, sad opet pukotinama i jarcima ispod leda. Stvaraju se tako nebrojeni potočići, koji se na donjem kraju ledenjaka združuju u jedan potok, ledenjački potok. On izlazi obično ispod visoka svedena otvora, ledenjačkih vrata. Voda u ovom potoku s početka je vrlo mutna, jer je puna fina pijeska i mulja, što ga kašnje kao ledenjački mulj slaže i taloži. Taj mulj je u vapnenim gorama bijel i zove se kameno mlijeko.

Na površini ledenjaka leži obično velika množina kamenja i kršja, što postrance s pećina na ledenjak popada. Kako se ledenjak sve niže pomiče, to se na njegovim rubovima ređaju čitavi nizovi kamenja, sve od početka pa do kraja. Kamenje to nazivlju morenama (sl. 184.).

Sl. 183.

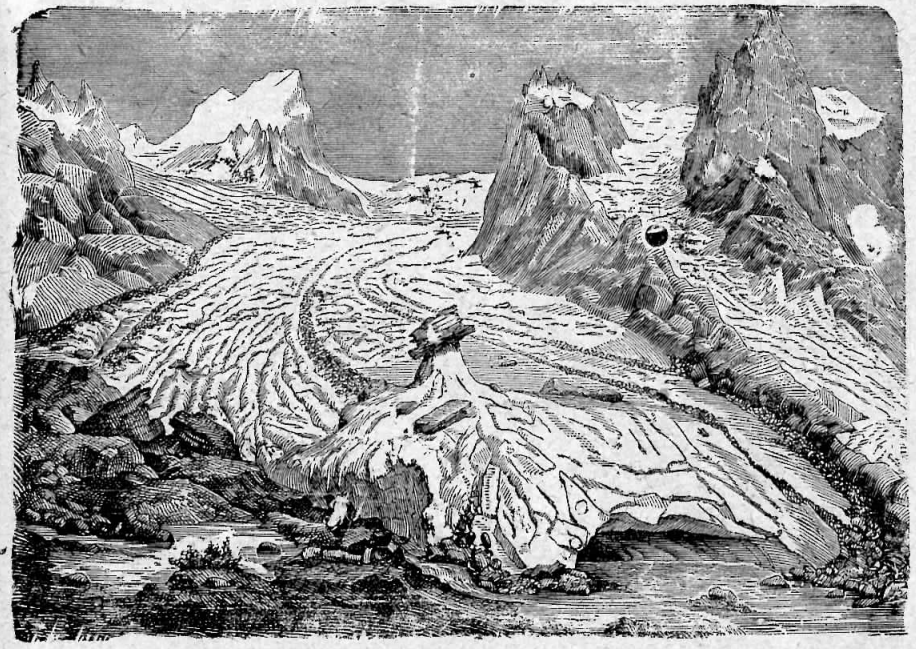


Prastara ploha abrazije, u kojoj je Rajna izrovala svoje korito. Na lijevoj obali Rajne vidi se gradić St. Goar.

One morene, što se slažu na postranim rubovima ledenjaka, zovu postranim morenama. Kada se više ledenjaka iz postranih dolova u jedno spoji, onda tvore u sredini sve po dvije postrane morene na stopljenom ledenjaku jednu srednju morenu. Kada ledenjak preko neravnih mjesta teče, nastanu na njem pukotine (poprečne i uzdužne). U te pukotine popada obližnje kamenje s površine u unutrašnjost a i na samo dno ledenjaka, gdje se po dnu brusi i tare, a ledenjak nosi to kamenje onda kao temeljne morene. Na donjem kraju, gdje se ledenjak otapa, popada to kamenje na zemlju, i tu tvori krajne morene, koje su se obično u polukrugu oko ledenjačkog kraja poredale. U toj moreni nalazimo sve vrste kamenja, pokraj kojeg je ledenjak prolazio, posve neprorijedeno sitnije i krupnije na okupu.

U polarnim krajevima, gdje snježna granica doseže gotovo do mora ili posve (na sjeveru kod 80° s. š.) do mora, tamo se šire ledenjaci — polarni ledenjaci — sve do u more, pa su tu ledenjaci jedini zastupnici rijekâ (sl. 185.). Najveće poznato ledenjačko polje nalazimo na Grönlandiji. Humboldtov ledenjak na Grönlandiji u 70° 21′ s. š. na kraju je 70 kilometara širok i oko 190 metara debeo.

Sl. 184.



Ledenjak.

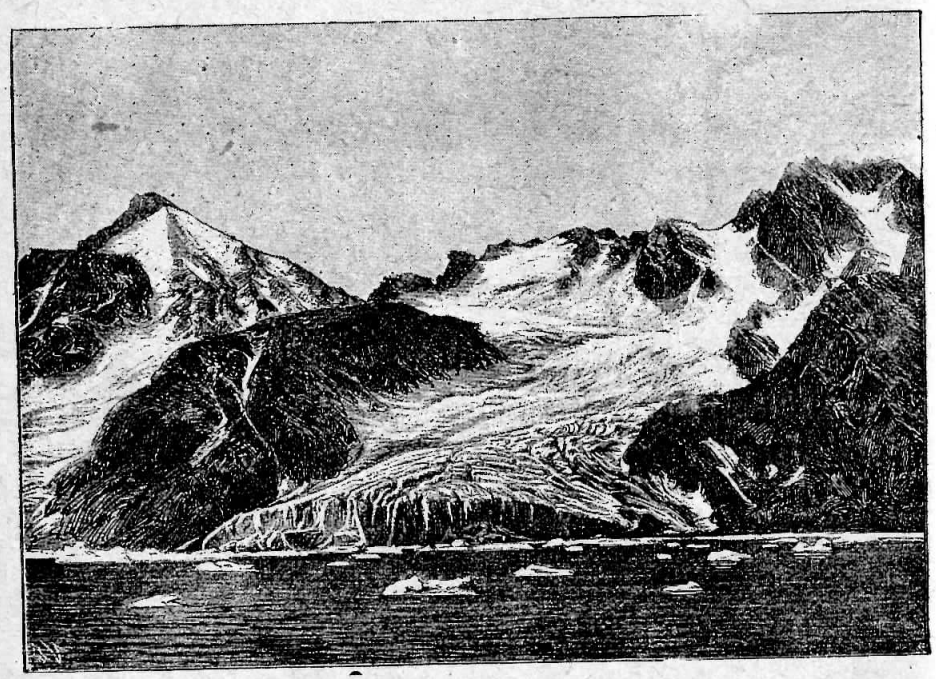
Morski valovi, koji su uvijek znatnije topline, otapaju i izjedaju neprestano te polarne ledenjake. Radi toga kidaju se ogromni komadi leda i padaju silnim šumom u more. Ledene te pećine izrone opet iz mora, pa s morskim strujama otplivaju kao ledeni bregovi u daleke krajeve, više puta sve do 40. stupnja širine.

Od ledenog brijega stoji nad vodom 1/8 (radi veće njene gustoće). Obično su to gorostasni komadi, koji na sebi mogu odnijeti veliku množinu pokidanog kamenja na dno morsko. Zabludjelo kamenje (zabludjeli granit, gnajs i drugo skandinavsko kamenje), što ga nalaze u sjevernoj njemačkoj ravnici sve do podnožja Krkonoša i Karpata donijeli su ovakvi ledeni bregovi.

2. Utjecanje zraka kao vjetra.

I vjetar odnosi i slaže sastavne dijelove zemaljske površine. On ne samo da odnosi rastrošene česti kamenja, nego još s njima dere i brusi golo površje kamenja, preko koga leti. Iz prkih nakupina ispuše vjetar kadšto sve pomične čestice, pa pri tom otkrije veće kršje i pećine, a često ga i nabrusi (sl. 186. i 187.).

Sl. 185.

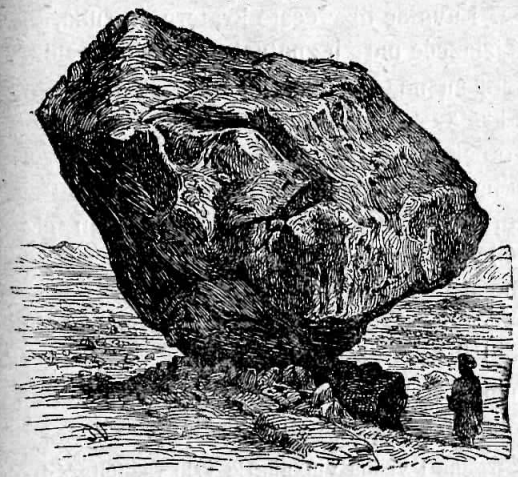


Ledenjak u zatonu Foulbay na sjevero-zapadnoj strani Spitzberga (pokidani komadi leda plivaju morem).

Silne učinke vjetra susrećemo po stepama i pustarama, kao što i pjeskovitim ravnicama. Vjetar nosi silne množine pijeska, te ih opet slaže u zaklonima, pri čem ih obično više tura nego nosi. Tim se površje često jako mijenja, a cijeli brežulici više puta upravo putuju (sl. 188. i 189.). Posve sitni prah pako znade vjetar kadšto na tisuće kilometara odnijeti. (Talozi praha usred oceana, te na snježnim i ledenim poljanama Grönlandije itd.).

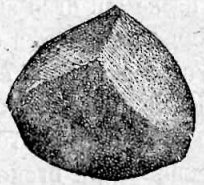
Obličje zemaljskog površja u prvom je redu ovisno o pokretnoj djelatnosti atmosferskih sila. Izmjena zime i topline rasklima svezu površnih čestica, a vjetar, voda i led odnesu rastavljene česti, pa ih slože na dru-

Sl. 186.



Pećina, što ju je vjetar na zapadnoj sjevero-američkoj ravnici otkrio.

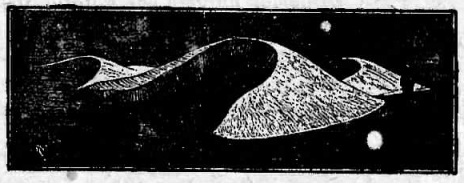
Sl. 187.



Šljunak, što ga je vjetar s pijeskom nabrusio. (Iz sjeverne njemačke ravnice.)

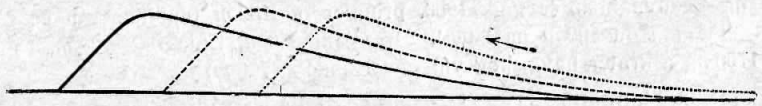
gim mjestima, poglavito u vodene kotline. S tim usporedo idu kemijski procesi, rastvaranje i stvaranje novih ruda. Konačni učinak svega toga sasto-

Sl. 188.



Pješčani brežuljci, što ih je vjetar napravio u turkestanskoj stepi.

Sl. 189.



Putovanje pješčanih brežuljaka, šematski.

jao bi u tom, da se svi uzvisci odnesu, da se sve izravna, kad ne bi opet druge sile radile upravo u protivnom smjeru

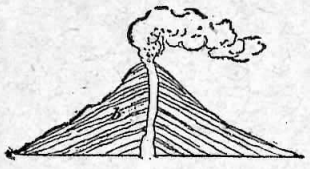
3. Utjecanje zemaljske unutrašnjosti na površje.

Vulkanski pojavi. Vulkan ili sopka jest brijeg na kom se zapažaju provale. Onaj otvor na vrhuncu ili postrance na vulkanskom brijegu, kroz koji vulkan provaljuje, zove se kraterom (ovršni i postrani krater). Ono rastaljeno kamenje, što pri vulkanskoj provali iz dubljine do površine prodire, naziva se lava. Lava se diže često krateru do ruba, te iz njega istječe, a osim toga je još izlazeće pare u znatnoj množini izbacuju...

Ako pogledamo kartu, na kojoj su uneseni djelatni vulkani, to ćemo vidjeti, da se oni drže stanovitih krajeva. Ponajprije ih nalazimo na rubovima kopna uz obale, a onda na otocima, gdje se tako reći u redove nižu. Takvi vulkanski nizovi obrubljuju na pr. istočnu stranu Azije, od Kamčatke preko Kurila kroz Japan do Formoze, te preko Filipina. Poseban niz vulkana ide od Sumatre preko cijele Jave sve do Nove Guineje. Druge nizove vulkanskih bregova vidimo uzduž zapadne obale sjeverne i južne Amerike. Evropski djelatni vulkani nalaze se također ili uz morsku obalu (Vezuv) ili po otocima (Stromboli, Etna, Santorin).

Većina vulkana ima oblik čunjastih bregova, koji su na vrhu udubeni. Bregovi ti sastoje od nabacana kamenja i istekle lave.

Sl. 190.



a vulkanski kanal, *b* vulkanski čun.

Strmina i visina vulkana je vrlo različita. Strmina raznih vulkana pravi kut od 3°—40°. Visina svih djelatnih vulkana jest promjenljiva. Uz mirnije provale, koje dulje traju, postaje vulkan viši, jer mu se oko kratera gomila izbacano kamenje i pepeo. Uz žestoke provale rastepe se vrlo često cijeli vrhunac, ili on poslije provale propadne u ždrijelo. Gdjekoji vulkani na Andama u južnoj Americi najveći su gotovo vrhunci na zemlji, na pr. Chimborazo doseže 6310 *m*, Sahama 6800 *m*, Cotopaxi 5960 *m*; Pic na Teneriffi visok je 3716 *m*, a Etna 3320 *m*, Vezuv 1303 *m*. Gdjekoji drugi vulkani dižu se jedva 30 metara iznad okoliša.

Kroz krater dolazi se u kanal, kroz koji prodiru plinovi i užareno tekuće kamenje iz dubljine sve do površine. Kanal taj spaja dakle vulkansko ognjište sa zrakom, ili pirosferu s atmosferom.

Oblik i veličina kratera je vrlo raznolična i promjenljiva. Ima kratera strašno strmih a i lakonagnutih zidova, a ima ih i vrlo razne širine sve do 5 kilometara. Krater na Vezuvu imao je god. 1900. promjer od 180 *m* (dubljina mu se zadnje vrijeme smanjila od 200 *m* na 80 *m*), Stromboli 650 *m*, Etna oko 700 *m*, Popocatepetl 1700 *m*, a krater havajskog vulkana Kilauea 4700 *m*.

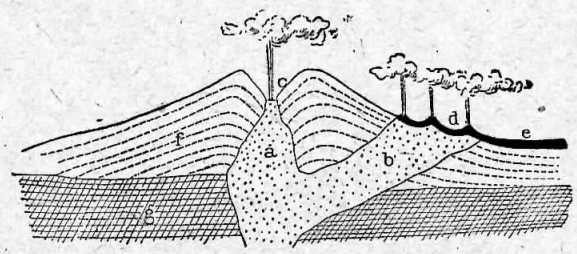
Rastaljeno kamenje, lava, što poput rijekâ iz vulkana istječe, skrutne se na obroncima, pa se prama mineraloškom sastavu naziva bazaltom ili trahitom (bazaltna ili trahitna lava).

Razdrobljeno, raskidano i u prah strveno kamenje, što ga vodena para iz ždrijela mnogih vulkana izbaca, imade prama veličini zrna razna imena. Najfiniji prah, što ga vulkan izbaca, naziva se vulkanskim pepelom. Krupniji prah, koji često od posve razvijenih ledaca sastoji (augitni pijesak na Stromboli-u), zove se vulkanskim pijeskom. Troskavi komadi, koji su kao orah ili lješnjak veliki, zovu se lapili ili rapili. Komadi kao glava veliki zovu se vulkanske bombe. Kako se bombe u letu brzo vrte, to dobivaju često kruglјaste, jajaste i klinaste oblike. Još veći komadi zovu se vulkanske hribi. Ako se u ovaj izbacani drobiš pri slaganju smiješa voda, onda nastaju vulkanski pršinci.

Najveći komad, što ga je u zadnje vrijeme Vezuv izbacio, bio je 20 tona težak.

Kako su vulkanski čunjevi postali od nabacanog gradiva, to oni sastoje: 1. od više struja lave, koje su sad veće sad manje, te koje su se usporedo ili jedna preko druge poredale; 2. od naslaga prkog izbacanog krša, kroz koje opet često probijaju struje lave; 3. od poredanih slojeva pršinca.

Sl. 191.



Šematska slika vulkana.

a Vulkanski kanal; *b* postrani prodor; *c* ovršni krater; *d* postrani krateri; *e* struja lave; *f* prhki i izbacani materijal; *g* temeljno gorje.

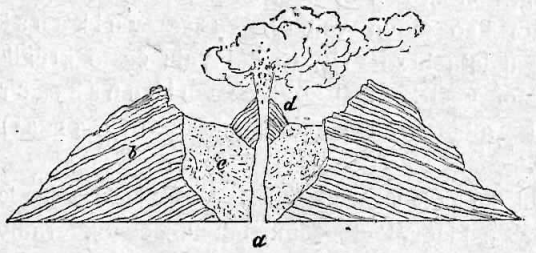
Grede od lave, što okomito prolaze kroz vulkanski čun, postale su većinom tako, što su se lavom napunile pukotine, koje su se radijalno od kratera poredale. Na takvim radijalnim pukotinama zgađaju se postrane provale, pri čem se onda postrano na brijegu stvore manji čunjevi. Tako je na pr. na Etni lava uvijek samo kroz postrane pukotine provaljivala, pa na brijegu ima oko 700 manjih čunova (sl. 191.).

Kada se gornji dio vulkana poruši, to ostaje samo podnožje i tvori onda prstenasti vulkan. Novim provalama znade se u ovom prstenu stvoriti novi čun. Ovako rušenje vulkanskih bregova dogodilo se za historijskog vremena na nekim vulkanima na Javi (sl. 192.).

Najzanimivije oblike ovako građenih vulkana pokazuju Vezuv (sl. 193.), Pik na Tereriffi, Barren u bengalskom zalivu itd. Vulkanski čun na Vezuvu, koji se

je stvorio provalama počevši od godine 79. po Kristu, opkoljen je na sjevernoj strani polovicom prstena. Prsten taj postao je u prethistorijsko doba, pa se srušio. Zovu ga Somma. Ona ravnica, koja leži izmed preostala prstena i novoga čuna, zove se atrio del cavallo, jer se običavalo do te doline jašiti, pa bi tu konji čekali. Slični dijelovi na drugim vulkanima nazivaju se istim imenima (atrium i somma, sl. 194.).

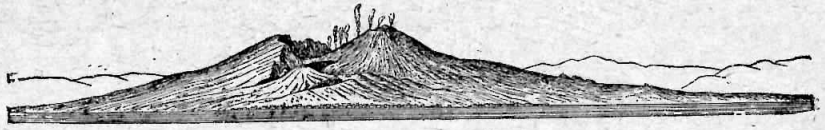
Sl. 192



a Vulkanski kanal, *b* prvi čun, *c* srušeni materijal, *d* drugi čun.

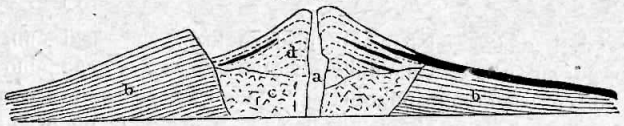
Vulkanske se provale događaju ne samo na kopnu, nego i na morskom dnu. Vulkanski čunjevi, što se pri podmorskim provalama stvaraju, obično se ne dignu do površine mora radi velike dubljine, premda ih imade, koji su se visoko nad more uzdigli, kao na pr. liparski otoci Vulcano i Stromboli ili veliki vulkanski otoci u Tihom oceanu (Hawaii).

Sl. 193.



Vezuv.

Sl. 194.



a Vulkanski kanal; *b* obrušeni stari vulkan (Somma); *c* srušeni materijal; *d* novi vulkanski čun od izbačenog materijala i struja lave.

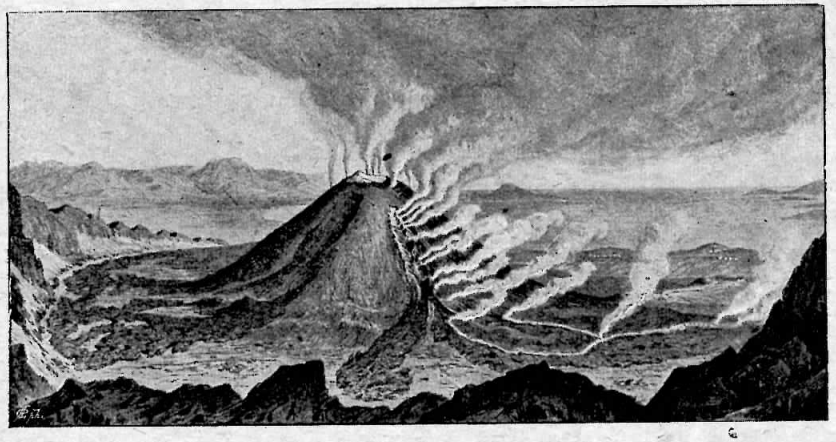
Imade i prstenastih vulkanskih otoka, u koje zalazi more kao u zaliv na pr. St. Paul u Indijskom oceanu i Santorin u grčkom arhipelu. U ovom zadnjem vulkanu diže se od godine 1866., u sredini kratera s podmorskoga dna novi središnji čun znatne vulkanske djelatnosti. Ovakvi vulkanski otoci mogu se od navale valova samo onda očuvati, ako su od čvrste lave gradeni. Ako su pako samo

od nabacanog materijala građeni, onda oni brzo i iščeznu. God. 1831. nastao je vulkanski otok Ferdinandea, izmed Sicilije i Pantelarije, koji se je duljom provalom do 72 metra visine uzdigao. Pol godine poslije prevale raznijeli su ga sasvim morski valovi.

One vulkanske bregove, za koje čovjek ne pamti, da su bacali, nazivamo ugašenim vulkanima, dok one, za koje se znade, da su bacali, zovemo djelatnim vulkanima.

Za mnoge vulkane je čovjek dugo mislio, da su ugašeni, dok najednom nijesu opet provalili. Tako su stari Rimljani mislili, da je Vezuv ugašen vulkan, dok nije godine 79. po Kristu užasno provalio i zatrpao Herkulanum, Pompeje i Stabije.

Sl. 195.



Provala Vezuva u svibnju 1850

Prikazan je središnji čun, koji je na sjevernoj strani pukao, pa gdje iz pukotine teče lava u atrio.

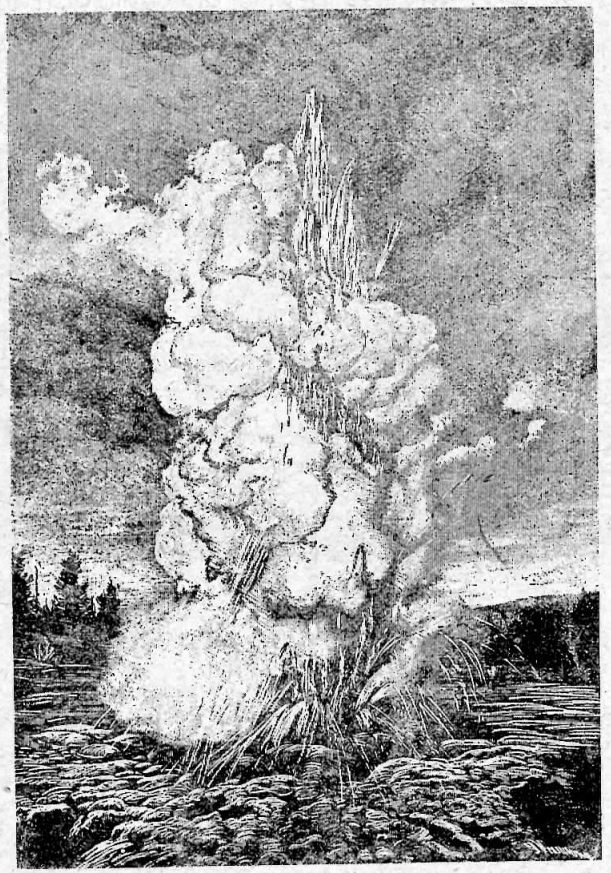
Najobičniji znakovi vulkanske djelatnosti jesu plinovi i pare, što iz vulkana izlaze. U prvom redu je tu vodena para. Ona velikom silom suklja kroz pukotine i kroz krater, te stvara visok stup, koji se nad kraterom diže i već izdaleka vidi.

Na otoku Martinique, koji leži u sredini vulkanskoga otočnog niza Male Antilla, vodene su se pare pri provali vulkana Mont Pelée 8 svibnja 1902. kotrljale niz brijeg poput užasne rijeke, noseć sa sobom množinu pepela i ogromnoga kamenja sve do mora, pa su na tom putu sve uništile. U gradu St. Pierre je sve stanovništvo poginulo, a pojedina predgrađa je oblak tako razorio i odnesao, da se nije poznalo ni gdje su kuće ni stabla stajala. Računaju, da su ti užareni oblaci pri izlazu iz vulkana imali toplinu od 1100° C. Tom zgodom poginulo je oko 28.000 ljudi.

Osim vodene pare izlazi iz vulkana još i sumporni vodik, sumporna sukiselina, sumporne pare, vodik, solna kiselina, ugljična kiselina, borova kiselina itd.

u vrlo promjenljivoj množini. Solna kiselina nam protumačuje postanak klorida, kao kalijeva, natrijeva, kalcijeva, magnezijeva, bakrena, olovna, željezna itd. Na lavi i na troski po krateru postaju uplivom sumporne kiseline od spomenutih klorida različni sulfati, kao što je glauberova sol, gorka sol, sadra, zelena galica. Uplivom vodene pare uz visoku toplinu stvara se od željezna klorida željezni sjajnik, kao što se on često na V e z u v u lijepo razvija.

Sl. 196.



Provala »Grand-Geisir-a« u Yellowston-Nationalpark-u.

Uzjača li vulkanska djelatnost mnogo znatnije, onda stane vulkan p r o v a l j i v a t i (sl. 195.).

Pred provalom stane se tlo ponajprije slabije, a onda jače micati, čuje se mukla podzemna tutnjava, izvori presahnu, obližnji zdenci se posuše, a snijeg, koji pokriva gdjekoje vulkane, stane se naglo topiti. Zatvoreno ždrijelo u krateru se najednom raspukne, a iz ždrijela se prama nebu

digne crni stup dima. Gornji se dio toga stupa razvuče u oblak. Užarena lava se po noći odsijeva u oblaku, a dim se rasvijetli kao stup vatre.

Ovaj stup dima sastoji od pepela, lapilâ i bombâ, što ih sukljajući vodena para u vis baca i diže. Lapili i bombe popadaju skoro opet natrag, dok prah ode visoko, a vjetrovi ga znadu onda u velike daljine raznijeti. Tako je pri provali Vezuva g. 472. padao vulkanski pepeo u Carigradu, a pri užasnoj provali vulkana Krakatoa (u Sundajskom tijesnu), digao se je vulkanski pepeo do 40 kilometara visoko, otkle su ga zračne struje oko cijele zemlje raznijele i rasule po površini od 10.000 μm^2. Uz crni stup pepela diže se gdješto još i bijeli stup vodene pare do velike visine. Ogromna množina vodene pare, što iz vulkana izade, zgusne se u oblake iz kojih se uz grmljavinu silna kiša na vulkan i okoliš slije.

Pepelna kiša, tutnjava i potresi dosegnu svoj vrhunac onda, kada prodre l a v a preko kratera ili kroz postrane pukotine, pa kada stane uz obronak kao rijeka teći. Lava teče po prilici onako, kako teče rastaljeno željezo ili staklo.

U uskom savezu s vulkanima stoje m o f e t e, s o l f a t a r e, f u m a r o l e, v r e l i i z v o r i i gdjekoji m u l j e v i t i v u l k a n i. Pojave ove nalazimo gotovo uvijek samo u vulkanskim krajevima. One se vrlo često pojavljuju uz samu provalu ili iza dovršene provale ostaju još kao jedini očiti znakovi vulkanske djelatnosti.

Izvori ugljične kiseline, kako ih nalazimo poglavito u vulkanskim krajevima, zovu se m o f e t e. Radi svoje veće gustoće sakuplja se taj otrovni plin u dubljim mjestima, u spiljama, dolinama itd., te se ne miješa lako sa zrakom. Kada do njega dođu životinje, onda se omame i uginu.

Na flegrejskim poljanama kod Napulja na glasu je mofeta p a s j a s p i l j a, gdje čuvar znatiželjnome svijetu sa psima pokazuje omamljujuću silu ugljične kiseline. Takovih mofeta ima mnogo u Auvergni, Eifelu i kod Laacherskog jezera. Ogromna množina ugljične kiseline se razvija u okolici Marienbada u Češkoj, gdje se nalaze maleni ugušeni vulkanski čunovi.

Iz s o l f a t a r a ističu smiješane vodene i sumporne pare (ili još i sumporni vodik ili sumporna sukiselina). Oko izlaza solfatara hvata se na kamenje sumpor.

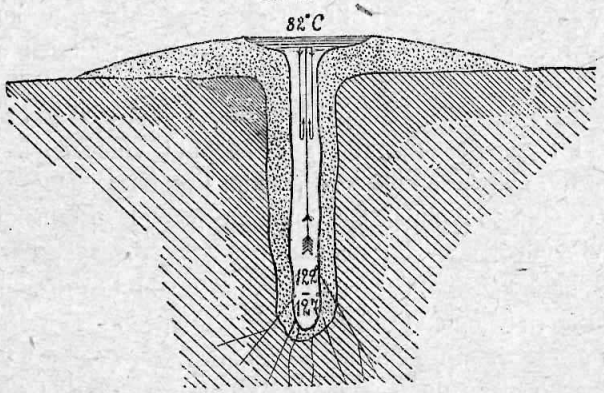
Mnogo solfatara ima u vulkanskim predjelima na Islandu, na Javi i Novom Seelandu, jer se one razvijaju poglavito u kraterima ugašenih ili djelatnih vulkana, dok miruju. Kod Napulja poznata je solfatara u ugašenom krateru kod Puzzuoli-a.

F u m a r o l a m a nazivamo one plinovite izvore, iz kojih ističe vodena para u pretežnoj množini. Vodena para iznosi sa sobom još i druge ishlapljive tvari, na pr. kloride, sumpornu sukiselnu, borovu kiselinu itd.

Veliku množinu fumarola nalazimo poglavito u gornjoj Italiji, te na sjevernom otoku Novog Seelanda.

Fumarolama su veoma srodni vreli izvori, samo što ovi ne iznose vodu kao vodenu paru, nego već u zgnusnutom stanju. No temperatura te vode još je uvijek u blizini vrelišta. Vrelih izvora ima samo u vulkanskim krajevima. Najveličanstvenije su se oni razvili na Islandu, na sjevernom otoku Novog Seelanda, te u sjevernoj Americi u blizini vrelišta Yellowstona i Missouria. Ovdje u Americi (Yellowston-National-Park) imade oko 3500 vrelih izvora a med njima oko 100, iz kojih voda periodično skače, dok kod drugih nema periodičnih provala. Posljednji ovi izvori ponajviše su muljeviti ili sumporni izvori, ili su to solfatare iz kojih ujedno i vrela voda ističe. Voda ili mulj u tim izvorima nalazi se u neprestanom burkanju. Kod vrelih izvora, koji periodično provaljuju, za-

Sl. 197.



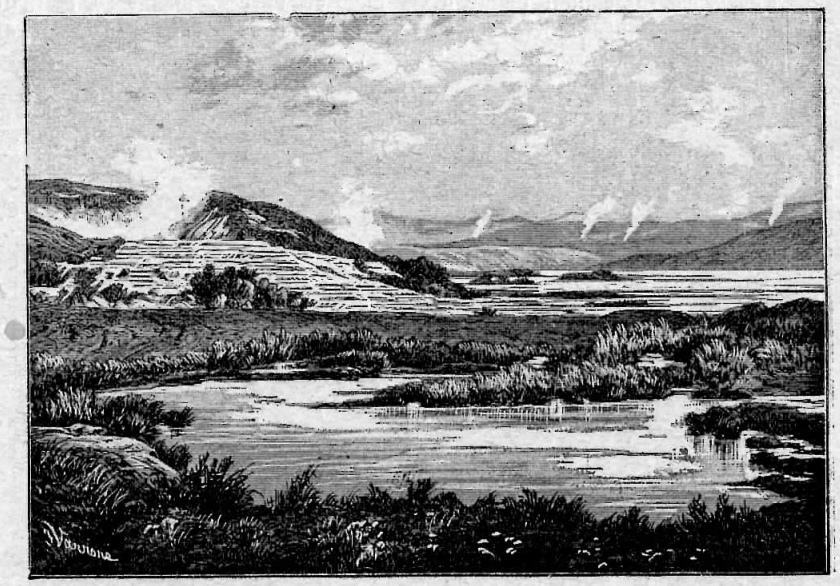
Šematski prorez gejzira na Islandu.
Vodi u cijevi od kremene cjedine označena je temperatura prije provale.

paža se, kako se od vremena do vremena voda jače uzburka, te onda u vis izleti. Voda je tih izvora neutralna ili slabo alkalična, posve je prozirna, no obično sadržaje znatnu množinu rastopljene kremene kiseline. Pri isparenju vode slaže se kremena kiselina oko izvora kao kremena cjedina, te tvori oko izvora malene kotline ili cijevi, kroz koje voda u vis skače. Svim tim izvorima nadjenuše ime jednog najpoznatijeg periodičnog vrelog izvora na Islandu, zovu ih naime gejziri (sl. 196. i 158.).

Veliki Geysir na Islandu izvire iz čuna, koji je 8—10 *m* visok i oko 63 *m* u promjeru širok. Čun taj sastoji iz kremene cjedine. Na vrhuncu ima plitko kotlinasto korito, a na dnu korita 2·8 *m* širok otvor, koji se produljuje u cijev 28 *m* duboku. Od jedne do druge velike provale prode 24 do 30 sati. Iza svake provale stoji voda u cijevi jedno 9—20 *cm* duboko. Tu voda pokazuje toplinu od

76—89° C., dok u najdubljem dijelu cijevi, dokle se može dosegnuti, ima toplinu od 122—127° C. Za vrijeme mira ima voda u svakom dijelu cijevi manju toplinu, nego što iznosi vrelište vode pri pritisku, što ga u dotičnoj dubljini voda u cijevi imade podnijeti. Kako odozdo neprestano dotječu vodene pare, to u cijevi biva sve toplija. Kada voda gdjegod gore u cijevi ili u sredini dosegne vrelište, koje odgovara dotičnom pritisku, onda se ona pretvori u paru i izbaci svu gornju vodu. Pritisak, koji je dotle vladao u donjim slojevima vode, postane radi te provale manji, voda se tu također pretvori djelomice u paru, te prouzroči drugu jaču provalu. Na to nadođe obično još treća i četvrta provala, dok se napokon u cijeloj cijevi opet ne izjednači ravnovjesje između topline i pritiska. Pri tim

Sl. 198.



Terasa kremene cjedine Tetarata na Rotomahani (Novi Seeland) prije provale od 10. srpnja 1886.

velikim provalama izbaci Geysir više puta 2·6 *m* debeo stup vode u visinu od 25—30 metara. Pred velikom provalom biva u razdoblju po prilici od 1½ ure više manjih provala, gdje Geysir vodu 2½—3 metra visoko izbacuje (sl. 197.).

Kod vrelih izvora uz vrelo jezero Rotomahana na Novom Seelandu složila se je bila kremena cjedina u veoma krasnim ravnicama, koje su se kao skaline dolje spuštale (sl. 198.), dok ih nije 10. srpnja 1886. razorila jaka erupcija. Gdje je bilo prije jezero, tamo su sada duboki krateri (vidi naslovnu sliku).

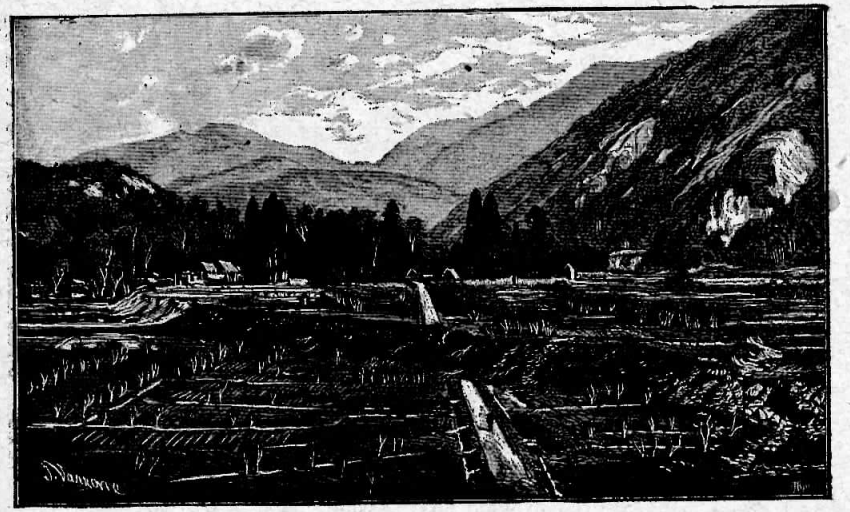
Muljeviti vulkani imadu oblik malenih, čunjastih brežuljaka. Oni se sastoje od nagomilanog glinenastog mulja. Mulj taj provaljuje periodički i tvori onda malene čunjeve, koji imadu na vrhuncu krateru nalične otvore. Takvi se čunjevi obično razvijaju na okupu u većem broju.

Vreli munjeviti vulkani, kako ih na pr. nalazimo na Islandu, u centralnoj Americi i na sjevernom otoku Novog Seelanda, stoje u savezu s vulkanskom djelatnošću dotičnoga kraja. Drugi opet, koji nastaju od provale ugljiko-vodika (na pr. kod Bakua), nijesu ni u kakovom savezu s vulkanizmom.

Potresi. Ako se veći ili manji dijelovi litosfere potresu, nazivamo to potresom. Trešnja postaje udarcem, koji može na različan način postati, te komu je izvor u litosferi. Potres se širi kroz kamenje po zakonima valovita gibanja na sve strane, dok ne izumre.

Kako litosfera sastoji od različna i raznovrsno poslagana kamenja, to se potres ne može posvuda jednakom pravilnošću širiti. Na površini izvede trešnja različne učinke. Neučvršćeni predmeti odlete u vis, kuće se poruše, pećine se potrgaju, zemlja popuca, pukotine se otvore i opet zatvore, tlo se spusti, jedni se izvori posuše, a drugi opet ojačaju itd.

Sl. 199.



Potresna pukotina kod Midori-a na rijeci Neo na Nipponu (Japan).

Pri potresu se tlo giblje ili okomito ili valovito. Oni strojevi, kojima se opredjeljuje vrsta i pravac potresa, zovu se seismografi ili seismometri.[1])

Uz potres se veoma često čuje neka podzemna tutnjava, koja naliči podmukloj buri, kotrljanju ili grmljavini. Potres uz morsku obalu uzdigne morske valove upravo tako, kao kad bismo udarili na rub zdjele, koja je vodom napunjena. Valovi se ovi rasprostiru na sve strane do najudaljenijih obala, gdje se voda po više puta visoko uzdigne i spusti. Pojav taj

[1]) gr. seismós, trešnja.

nazivaju potresnom plimom. Nju zapaziše godine 1868. pri potresu u Peru na otocima i na obalama Tihog oceana u Australiji i u Japanu.

Potresi se pojavljuju u vulkanskim i nevulkanskim okolicama Što neki tvrde, da potresi stoje u savezu s godišnjim dobama i položajem mjeseca, nije se moglo znanstveno utvrditi. Na cijeloj zemlji se potresi vrlo često pojavljuju, jer nema dana, kada ne bi bilo potresa. Potresa je bilo u prijašnjim periodama, po svoj prilici još jačih nego danas.

Potrese svode na različne uzroke, te prema tome razlikuju: a) ruševne potrese, koji postaju od rušenja podzemnih šupljina; b) vulkanske potrese, koji prate vulkanske provale; (obje ove vrste potresa šire se malenim prostorom); c) tektonske potrese, koji imadu svoj začetak u pomicanju i gibanju zemaljske kore (sl. 199.), te se tako dovode u savez s mnogim poremećivanjem u litosferi. Najveći dio potresa na zemlji ide med tektonske potrese. Oni se šire više puta ogromnim prostorom i izvode svojom jakošću znamenite štete (Zagreb 1520. i 1880., Dubrovnik 1667., Ljubljana 1895., Lisabon 1755., San Francisko 1906., Messina 1908.).

Sl. 200.

Obalne terase na sjevernoj strani norveškog otoka Lekö.

Padanje i dizanje zemaljske kore možemo jasno zapažati i slijediti poglavito samo na morskim obalama, premda se ono dalekim prostorima proteže. Dizanje i padanje ovo događa se ili naglo ili polagano.

Naglo dizanje ili padanje zapazilo se je više puta uz jače potrese. Tako se je god. 1750. potresom uzdigla čilska obala za 8 metara. Polagano ili sekularno dizanje i padanje zemaljske kore napreduje tako lagano, da se tek u jednom stoljeću može zapaziti, kako se je morska obala jedva za jedan metar okomito uzdigla ili spustila. Tako ima dokaza kako se na pr. lagano diže cijeli skandinavski poluotok ili kako se lagano spušta dno, na kom su sagradjeni koralni otoci u Tihom i Indijskom oceanu itd.

S tim dizanjem dugih morskih obala dovode u savez jednu vrlo značajnu pojavu. To su naime obalne terase, koje stoje kadšto visoko iznad današnjega morskog površja, kako ih na pr. na norveškoj obali na daleko možemo slijediti (sl. 200.). Kod Throndhjema na pr. protežu se dvije takove obalne terase u visini od 150 i 170 met. iznad mora.

Uzrok ovomu dizanju i padanju zemaljske kore biti će po svoj prilici onaj isti, što je i kod mnogih potresa, bit će to neprestano ohlađivanje i stezanje zemaljske jezgre i neprestani razvoj litosfere.

Postanak gora. Litosfera naše zemlje leži na jezgri, koja se neprestano ohlađuje, pa se radi toga uvijek sve više i više steže. Kako jezgra biva sve to manja, to je mora litosfera slijediti, pa sve više prama središtu padati. U preširokoj litosferi mora pri tom kamenje jedno na drugo i postrano pritiskivati. Posljedica će toga pritiska biti različita prama jakosti i pravcu postrance djelujućih sila, te prama naravi kamenja. Pri tom će se jedni dijelovi gore uzvinuti, a drugi dolje utisnuti, a savez medu njima lako će se poremetiti (dislokacija). Na taj način će nastati daleko otegnute pukotine i prolomi, »prolomne crte«, uz koje će se rastrgnute i raspucane česti zemaljske kore dolje spustiti ili kojim drugim pravcem pomaknuti. Ovakovo micanje i ovakav prolom često će proizvesti na daleko osjetljivi tektonski potres. Ako takve pukotine sežu do velike dubljine, onda može rastaljena zemaljska jezgra doći do prilike, da provali na površje i sada ćemo lako razumjeti, zašto se vulkanski bregovi redaju u duge nizove.

Oni prostori, koje zapremaju oceani, odgovarali bi onim dijelovima zemaljske kore, koji su se spustili i propali, dok bi kopno imalo prikazati one česti, koje su ostale u većoj visini. I tu na kopnu morao je postrani pritisak slojeve kamenja onako zavinuti i uzdići, kako to po gorama vidimo, pa u toj pojavi imamo tražiti glavni uzrok postanku gora, koji neprestano djeluje od najstarijih geoloških perioda pa sve do danas.

Postanak gora imamo svakako pripisati utjecanju zemaljske jezgre na litosferu. No to utjecanje nije toliko djelovalo dizanjem odozdo gore nego više postranim, horizontalnim tiskanjem, koje je proizvelo zavoje i pregibe u litosferi. Gore nijesu postale na jedamput, a niti ovakve, kakve su danas. One su postajale polagano i gdjekad u više odsjeka kroz različite geološke periode. Vanjski oblik gorja i dolova preobrazivala i stvarala je kašnje voda i led.

4. Utjecanje živih stvorova.

Biljke i životinje su raznovrsno utjecale na geološki razvoj naše zemlje. Organski stvorovi trebaju za svoj opstanak tvari iz atmosfere (kisik, ugljičnu kiselinu), iz hidrosfere (vodu) i iz litosfere (raznovrsne soli, anorganske sastavine svih živih stvorova). Među tim tvarima najvažniji je ugljik, što ga stvorovi dobivaju poglavito iz ugljične kiseline. Ugljik je najvažnija sastavina organskih slučenina, pa i glavna sastavina kamena ugljena i vapnenca (kalcijeva karbonata), pa se nalazi u vječnom kolanju.

Kolanje ugljika. Biljke primaju ugljičnu kiselinu kroz lišće i korijenje, te je u klorofilnim stanicama (osobito u lišću) izrađuju ponajprije u škrob, od kog onda biljka svoje staničje gradi. Ugljik se na taj način nagomila u bilici, gdje on može trovrsnu sudbinu doživjeti: 1. Biljke mogu istrunuti ili izgorjeti; tijelo im se rastvori u vodu, ugljičnu kiselinu i amonijak, te tako dode opet ugljik u obliku ugljične kiseline natrag u zrak. 2. Biljku može pokriti muli i zemlja, pa se tu bilika lagano pougljevljuje, dok od nje ne postane kameni ugljen. Kameni se ugljen iskapa i kao gorivo upotrebljava, pri čem se opet ugljik kao ugljična kiselina u zrak povraća. 3. Biljka napokon može dospjeti u životinjsko tijelo. Životinje se hrane posredno ili neposredno bilinskom hranom. Veliki dio ugljika, što na taj način u životinju dode, izluči se disanjem i otpacima, tako da se napokon ugljik opet kao ugljična kiselina u zrak vrati. Drugi dio ugljika se nakupi u skeletu, poglavito u vapnenim ljušturama nižih životinja kao vapneni karbonat. Gdje te životinje u velikoj množini žive, tamo postaju gomilanjem njihovih vapnenih skeleta cijele naslage kamenja.

Kamenje, što ga **biljke** stvaraju, nazivamo fitogenim[1]) kamenjem. Ovamo ubrajamo poglavito fosilno ugljevlje.

Kremena zemlja (Kieselguhr) je također bilinskog porijekla. Ona se sastoji od veoma krasnih, mikroskopskih kremenih skeleta od diatomacea. Resine te izlučuju kremenu kiselinu, što se u vodi u neznatnoj množini rastopljena nalazi, na svojoj površini i tako grade kremeni oklop. Oklopi se ti mjestimice u silnoj množini nakupljaju i tvore mršavu bijelu zemlju.

Neke morske biline primaju iz vode rastopljen kalcijev karbonat, te ga onda izlučuju na svojoj površini kao koru (n. pr. vapnene alge), pa mogu stvoriti, kao što to čine lithothamnije, cijele vapnene naslage.

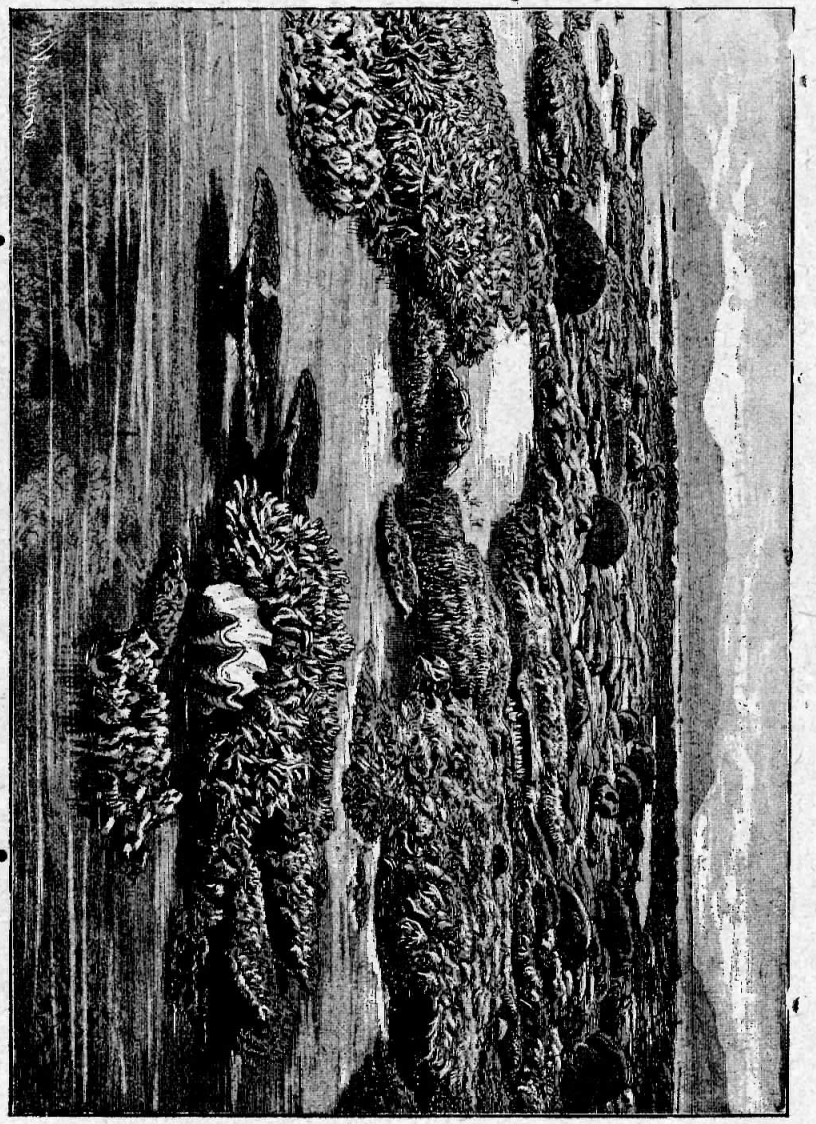
One naslage kamenja, što postaju posredovanjem **životinja,** nazivamo zoogenima[2]). Pritom su od najveće važnosti vapneni oklopi nižih životinja i to od foraminifera, korala, ehinodermata i mekušaca. Najveći dio vapnenih naslaga postao je posredovanjem ovih nižih životinja.

Foraminifere doprinose uvelike stvaranju vapnenih naslaga. U velikim dubljinama na neizmjernom prostoru morskoga dna nalazimo neizmjerne množine ljuštura ovih životinja, gdje tvore cijele naslage vapnovita mulja. Naslage dubokoga mora sadržaju oko 85 postotaka njihovih ljuštura i to poglavito od rodova Globigerina, Textularia, Biloculina i Cristellaria. U prijašnja vremena su foraminifere u mnogo većoj mjeri stvarale naslage vapna (numulitno, amfistegino vapno, kredu itd.).

Mekušci i ehinodermata izlučuju vapneni karbonat za gradnju svojih kućica i oklopa upravo tako, kao što to čine i foraminifere. Mnoge te životinje žive u neizmjernom broju na okupu, te tvore na dnu cijele ljušturne naslage. Kada životinje izumru, onda im se ljušture nagomilaju na obali, kamo ih valovi

[1]) gr. phytogen, ono što je od biljka postalo. [2]) gr. zoogen, ono što je od životinja postalo.

nabacaju, ili na ravnom morskom dnu, pa tvore po vremenu debele vapnene naslage (krinoidno vapno, ljušturno vapno, amonitni mramor itd.).



Sl. 201. Površina živoga australskoga koralnoga grebena za oseke. (Po fotografiji.)

U najogromnijoj mjeri doprinose k stvaranju vapna u sadašnjosti neke vrste korala, što tvore cijele koralne grebene (sl. 101.). Kako je za te korale potrebita jednolična množina soli u moru i toplina, koja nikad ispod 18° C. ne silazi, to se oni razvijaju samo u tropskom moru.

Po obliku i položaju razlikujemo slijedeće vrste koralnih grebena:

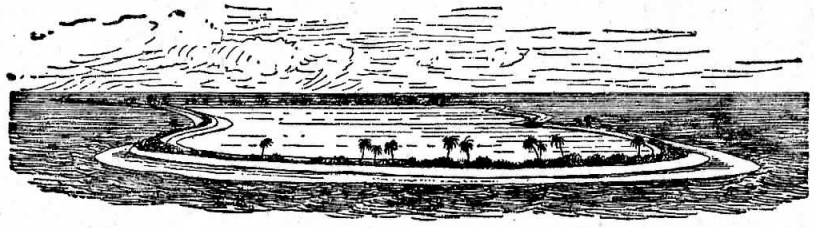
1. Obalni koralni grebeni prislanjaju se neposredno na obalu kontinenta ili otoka, pa su obično samo ondje pretrgnuti, gdje se rijeke u more ulijevaju. U ovu vrst ubrajamo koralne gradnje u Crvenom moru, te onda one pećine, što opkoljuju otok Cejlon, Nikobare u Indijskom oceanu, otoke zapadne Indije, poluotok Floridu itd.

Sl. 202.

Visoki otok sa nasipnim grebenima. Južno more.

2. Nasipni koralni grebeni. Ti su grebeni od obale odijeljeni sad širim, sad užim kanalom, pa se protežu uzduž obale ili otoka ili kontinenta kao umjetni nasipi. Mjestimice su pretrgnuti tako, da se iz otvorena mora može ući u vodeni kanal, koji leži izmed kopna i koralne pećine. To su najljepše i najsigurnija naravne luke, u koje ne prodire sila morskih valova. Gotovo svi visoki otoci južnog oceana (sl. 202.), kao Karolini, Nova Kaledonija, Fiji, Samoa, Tahiti itd. imadu takve koralne grebene, pa uz njih i sigurne luke. Grebeni ti dosegnu često ogromnu širinu i duljinu. Najveći takav koralni greben »great barrier« proteže se uz sjevernu obalu Australije duljinom od 1800 *km*, pri čem je dakako nekoliko puta prekinut. Od obale je on više puta 75—90 *km* udaljen.

Sl. 203.



Atol u Južnom moru.

3. Atoli. Koralni grebeni, koji se zaokružuju naokolo u obliku uglasto zavinutoga prstena, zovu se atoli (sl. 203.). Od takvih se grebena sastoje tako zvani koralni otoci. Maleni su to prstenasti otoci, kojima se najviši dijelovi jedva 2—4 metra iznad plime uzdižu. Širina tih grebena obično nije veća od 1000—1200 metara. Izvana se greben tako strmo u ocan spušta, da mu se najveći brodovi

posve uz obalu mogu prisloniti. Prema nutarnjoj strani spušta se on nježnije i zatvara u sredini plitku lagunu slane vode. Mirna ta voda je stjecište morskih sisavaca, riba i svakovrsnih drugih morskih životinja.

U Tihom oceanu ima oko 300 takvih atola. Otočje Paumotu ima ih 70—80 a dosta ih ima i u otočju Karolini, Radak, Ralik i Kingsmill. Među najveće atolne otoke idu Lakkadivi i Maledivi u Indijskom oceanu.

Korali, što ove grebene grade, vrlo su raznovrsni. Prije su mislili, da ovi kameni korali svoju gradnju grade kao zid iz najveće dubljine oceana u vis. No opažanja su dokazala, da ti korali ne mogu živjeti u većoj dubljini od 100 metara. Iz te dubljine izgrade korali svoje grebene do površja, pa ako se morsko dno uzdigne, dospiju i grebeni iznad površja morske vode. U šupljine koralnih grebena dospiju vapnene česti raznih morskih životinja, te ih posve ispune, tako da od grebena postanu čvrste kamenite pećine.

II. ODSJEK.

SPECIJALNA GEOLOGIJA.

Specijalna se geologija bavi sastavom, gradnjom i razvojem tvrde zemaljske kore. Ona se prema tomu dijeli na tri dijela: na petrografiju, geotektoniku i stratigrafiju (str. 103).

A) PETROGRAFIJA

ili nauka kamenju.

Onaj materijal, od koga je uvelike sagrađena litosfera, nazivamo kamenjem. No kamen nemamo uvijek predočiti kao nešto jedro i čvrsto, jer imade prkog i mekog kamenja, kao što je na pr. pijesak i glina. Najveći dio kamenja je skroz mineralne naravi. Ono se sastoji ili od jedne rude ili od smjese raznih ruda. No imade kamenja, koje ne samo da sadržaje u sebi pojedine organske ostatke, nego sastoji skroz samo od životinjskih ili bilinskih ostataka, koji su sad više sad manje promijenjeni. Po tom imade minerogenog, zoogenog i fitogenog kamenja.

Minerogeno kamenje može biti jednovito ili jednolično, ako se ono sastoji samo od jedne rude, kao što je na pr. kremenjak, vapnenjak, sadra, kamena sol; ili može biti sastavljeno, ako sastoji od raznih ruda, koje zovemo onda sastavinama. Tako je granit sastavljen kamen, a sastavine su mu kremen, ortoklas i tinjac.

Po nutarnjem sastavu ili strukturi dijeli se minerogeno kamenje na dvije velike rpe: na kristalinsko i na klastično kamenje.

Kristalinsko kamenje sastoji se od kristalinskog zrnja (a gdješto i od posve razvijenih ledaca). Ležani ti dijelovi slijepili su se medusobno, a nije ih kakav posebni zamaz spojio. Zrnje to biva razne veličine, te je prama tomu kamen: krupnozrn (makrokristalinski), sitnozrn (mikrokristalinski) ili gustozrn (kriptokristalinski). Ako u gustozrnom kamenu nalazimo množinu većeg zrnja i ledaca, onda zovemo gusti dio ka-

mena osnovinom, a za cijeli kamen velimo, da je porfirna sastava.

Ako se je kristalinsko kamenje u svim pravcima jednako razvilo, onda ga nazivamo kristalinskim gromadnim kamenjem, no ako su mu se pojedini dijelovi ploštimice i u paralelnim listovima poredali, kao kod gnajsa, onda ga zovemo kristalinskim škriljavim kamenjem.

Škriljavo kamenje dade se obično jednim pravcem laglje kalati, nego ikojim drugim. Škriljave listove valja dobro razlikovati od slojeva.

Amorfnog kamenja ima vrlo malo (opsidijan, smolinac). Gdjekad su kod porfirnog kamenja pojedini dijelovi osnovine amorfni (staklenasti).

Klastično ili **kršno kamenje** (str. 121) može biti prko ili tvrdo. Kod tvrdog klastičnog kamenja su pojedine čestice posebnim zamazom slijepljene. Po veličini kršja razlikujemo makroklastično kamenje ili gromače, mikroklastično kamenje ili pješčenike i kriptoklastično kamenje ili glineno kamenje.

Po postanku dijelimo minerogeno kamenje na dvije glavne rpe: eruptivno kamenje, koje je nastalo iz rastaljene mase i taložno kamenje, koje je postalo utjecanjem vode.

Među **eruptivno kamenje** ubrajamo sve ono kamenje, na kom se po cijelom sastavu vidi, da je ono moralo upravo tako iz nutarnjosti zemlje rastaljeno u litosferu prodrijeti i ovdje skrutnuti kao i lava naših današnjih vulkana. Eruptivno kamenje je uvijek kristalinsko i gromadno, pa ga još i nazivaju kristalinskim gromadnim kamenjem.

Starije eruptivno kamenje, n. pr. granit, sijenit, melafir, porfir, nazivaju plutonskim kamenjem, a mlade, kao što je trahit, bazalt, zovu vulkanskim kamenjem.

Taložno kamenje postalo je od taloga, koji se na dnu u vodi složio. Taložno kamenje može biti kristalinski ili klastična sastava prama tomu, da li je ono postalo kemijskim taloženjem iz vode ili mehaničkim utjecanjem vode.

Taložno kamenje je uslojeno, ono se je tako sredalo, da leži ploča nad pločom. Ploče i slojevi odgovaraju talozima, koji su se u pojedinim odsjecima vremena slegli.

Postanak kristaliničnih škriljavaca nije nam još razjašnjen. Za neke vrste drže, da su postale iz taloga, dok za druge misle, da su postale iz eruptivnog kamenja, ali za obje vrste uzimlju, da su pod utjecajem vode, tlaka i topline kroz neizmjerni broj godina metamorfozom dobile kristalinsku i škriljavu strukturu.

OPIS NAJVAŽNIJEGA KAMENJA.

I. Eruptivno ili kristalinsko gromadno kamenje.

Pri razredbi kamenja obzire se na to, da li u njem ima glinenca ili ga nema, da li je taj glinenac pretežno monoklinski (ortoklas ili sanidin) ili triklinski (plagioklas), da li u njem ima kremena ili nema, za tim tinjca, amfibola, augita, olivina ili nefelina, da li je zrnata ili porfirna sastava, te napokon, da li je ono starije (plutonsko) ili mlađe (vulkansko). Po tim načelima bismo najvažnije kamenje ovako razdijelili:

	A. Kamenje s glinencem.		
	a. Sa monoklinskim glinencem.		
	S kremenom		
aa. Starije kamenje	1. Kremen, ortoklas, tinjac	zrnato	**granit**
	2 Kremen, ortoklas (tinjac)	porfirno	**kremeni porfir**
	Bez kremena		
	3. Ortoklas, amfibol	zrnato	**sijenit**
	4. Ortoklas, (amfibol)	porfirno	**porfir**
	S kremenom		
bb. Mlađe kamenje	5. Kremen, sanidin, itd.	porfirno (zrnato)	**rijolit**
	Bez k na		
	6. Sanidin, itd.	porfirno (zrnato)	**trahit**
	7. Sanidin, nef...	porfirno	**fonolit**
	b. S triklinskim glinencem		
	Plagioklas i amfibol		
aa Starije kamenje	8. Plagioklas, amfibol	zrnato	**diorit**
	9. Plagioklas, amfibol	porfirno	**porfirit**
bb. Mlađe kamenje	10. Plagioklas, amfibol	porfirno	**amfibolni andezit**
	Plagioklas i augit		
aa. Starije kamenje	11. Plagioklas, augit	zrnato	**diabaz**
	12 Plagioklas, augit	porfirno	**diabazni porfirit**
	13. Plagioklas, augit, olivin	porfirno	**melafir**
bb. Mlađe kamenje	14. Plagioklas, augit	porfirno (zrnato)	**augitni andezit**
	15. Plagioklas, augit, olivin	porfirno	**bazalt**
	B. Kamenje bez glinenca.		
	16. Olivin pretvoren	(zrnato)	**serpentin**

1. Starije kamenje s monoklinskim glinencem.

S kremenom.

Granit je krupna ili sitnozrna smjesa ortoklasa (obično i plagioklasa), kremena i tinjca. Ortoklas je obično pretežan. Tinjac se u granitu pojavljuje u svim svojim vrstama (str. 93), a katkad ga još zamjenjuju milovka, klorit, a djelimice i amfibol. Granit se pojavljuje ili kao gorski granit ili kao žicasti granit. Gorski granit tvori čitave gromade, grebene i vrhunce, te tvori u gorju obično središnje hrptove. Tako se sastoji u Moslavačkoj gori i u Motajici trup gore od granita. U velikoj množini ga ima u Alpama (Montblanc, sv. Gotthard itd.), u Karpatima (Visoka Tatra), u Krkonošama, Rudogorju itd. Žicasti granit provlači se sad u debljim sad u tanjim žicama kroz sam granit ili kroz drugo kamenje, kao na pr. kroz gnajs, tinjčev škriljavac itd.

Najvažniji su oblici granita ovi:

Porfirni granit ima urasle velike lece ortoklasa (karlsbadske sraslace). Granitit sastoji se od ortoklasa uz nešto plagioklasa, te od kremena, biotita i često još i amfibola. Ima ga u Rudogorju, u Egiptu kod Assuana (Sijene), otkle potječe crvenkasti granit (crveni orijentalni granit), od kog su Egipćani svoje obeliske i hramove gradili.

Protogin je granit, u kom je tinjac djelimice zamijenjen zelenom milovkom. Ima ga u Alpama na Montblancu, sv. Gotthardu itd. Pegmatit ima veoma velike razvijene lece te često turmalina, epidota, granata, berilja, topaza i drugih ruda. U pisanom granitu prorasli su leci kremena ortoklas tako, da naliče orientalnom pismu. Ima ga u Moslavačkoj gori.

Granit se uvelike upotrebljava kao građevni i uresni kamen. On je znatne tvrdoće i čvrstoće, lijepo se dade izgladiti, a na zraku se tako lako ne troši. (Sl. 204.).

Moslavački granit je siv ili gdješto malo crvenkast, dosta je sitna zrna i ima katkad oveće ortoklase. Sastoji se od kremena, ortoklasa, plagioklasa, biotita, muskovita i nešto malo crvena andaluzita. Lome ga mnogo kod Vrtlinske i Jelenske za gradnju cesta i za spomenike. Jelačićev spomenik u Zagrebu stoji na tom granitu.

Kremeni porfir jest porfirna sastava: u svijetloj ili crvenkastoj osnovini leže urasli leci kremena i ortoklasa. On tvori obično ogromne gromade kao pokrove (v. str. 164) ili cijele glavice. Kod nas ga ima u Požeškoj i Kosteljskoj gori.

Gdjekad su se kremeni porfiri posve staklenasto razvili, te tvore onda porfirne smolince, kako ih nalazimo kod Meissena u Saskoj.

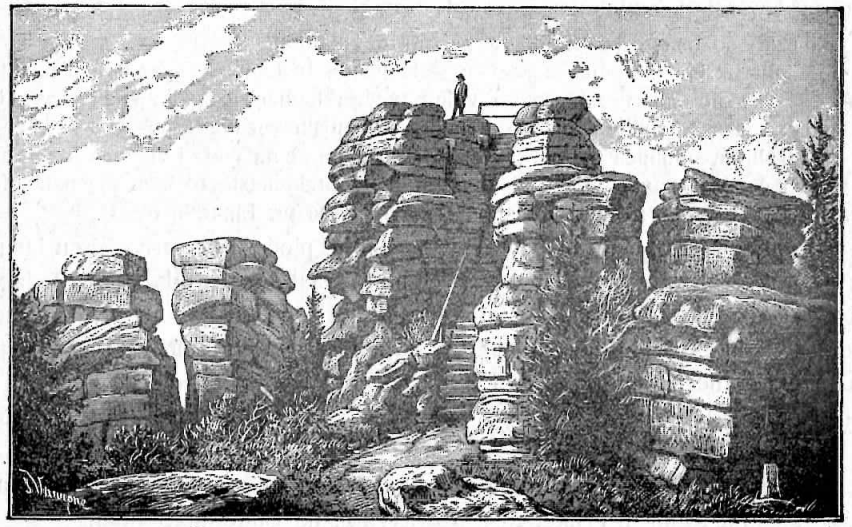
Kremeni porfiri daju dobar kam[illegible] adnje.

Bez kremena.

Sijenit[1]) jest zrnata smjesa ortoklasa i amfibola, a uz to ima u njem katkad i ponešto plagioklasa i crna tinjca. Kremena ima u njem vrlo rijetko i onda uvijek u malenoj množini. Najčišćeg sijenita ima kod Dražđana (Plauenscher Grund). Osim toga ima ga u Vogezima, Tirolu, Uralu, za tim u Rudogorju itd. Sijenit ne tvori nikada tako ogromne gromade kao granit.

Sijenit je za izrađivanje građevnog i uresnog kamenja vrlo prikladan, pa su od njega kao i od granita već u najstarije vrijeme osobito u Egiptu izvodili razne gradnje.

Sl. 204.



Granit u češkoj Šumavi.

Porfir nalikuje po svojim glavnim sastavinama na sijenit, ve se sastoji od ortoklasa i amfibola, ali ove rude leže uklopljene u gustoj osnovini. Porfira ima mnogo u Vogezima.

2. Mlađe kamenje s monoklinskim glinencem.

S kremenom.

Rijolit ili **liparit** (kremeni trahit) smijemo smatrati mlađim zastupnikom kremena porfira. Njegove glavne sastavine, kremen, sanidin (sta-

[1]) Ime sijenit dolazi od mjesta Sijene (Assuan) u Egiptu. Crvenkasti kamen kod Sijene nije pravi sijenit, nego je granitit.

klenasti ortoklas) i često crni tinjac leže obično u znatno razvijenoj osnovini. Rijetko kada da se nije razvila osnovina, tako da je kamen onda posve zrnat, granitičan. Kod nas ga ima kod Novog Marofa u Zagorju.

Od rijolita prave izvrsno mlinsko kamenje.

Bez kremena.

Trahit[1]) nalikuje po mineraloškom sastavu na rijolit, samo što u njem nema kremena. U sivoj ili crvenkastoj osnovini leže leci sanidina, nešto plagioklasa, za tim amfibola, augita i crna tinjca u promjenljivoj množini. Trahit se je u velikoj množini razvio. Kod nas tvori trahit u Fruškoj gori (Ledinci, Rakovac, Vrdnik) mnogo vrhunaca, a mnogo ga ima u Ugarskoj, Sedmogradskoj itd.

Trahit se mnogo upotrebljava kao građevni kamen.

Rijolit i trahit se gdjekad razviju staklenasto, te imadu staklenastu osnovinu, u kojoj se malo kada prostim okom vide poveći uklopljeni leci. Trahitni smolinac ima u sebi uklopljene rude rijolita i kemijski vezane vode. Opsidijan se od trahitna smolinca razlikuje u tom, što u njem nema vode i uleđena kremena. Plovučac je napuhnut i šupljikav opsidijan. Staklenasto to kamenje nalazimo rašireno gotovo po svim vulkanskim krajevima (na pr. Liparski otoci).

Fonolit[2]) se obično cijepa u ravne i tanke ploče, koje pri udarcu jasno zvuče. Zelenkasto siva osnovina fonolita sastoji se od sitnih ledaca sanidina i nefelina, a u toj osnovini vide se katkad urasli oveći leci sanidina, te amfibola i augita. Fonolit se razvio na više mjesta u Češkoj, Franceskoj itd.

3. Starije kamenje s plagioklasom i amfibolom.

Diorit[3]) je jasno zrnata smjesa plagioklasa i amfibola. Nalaze ga kod Knina i Vrlike, te u Moravskoj, na Sudetima, Alpama itd.

Tinjčev se diorit sastoji od plagioklasa, magnezijeva tinjca i amfibola. On se javlja žicasto u češkoj Šumavi.

Porfirit ima tamnu, smeđe crnu ili smeđu sirovinu, a u njoj urasle lece plagioklasa, amfibola i crna tinjca. On se razvio kod nas u Špiču (enstatitni porfirit), na Vratniku kod Senja, kod Fužina (Benkovac, Lepenički potok), te u Moslavačkoj gori, zatim u Saskoj, Skandinaviji, u Egiptu na Gebel-Dokhamu, gdje su stari Rimljani lomili svoj cijenjeni crveni porfir (porfido rosso antico). »Crni porfir«, od koga su stari Egipćani svoje crne kipove pravili, ide među dioritne porfire, a lomili su ga kod Assuana.

Porfirit dade se lijepo ugladiti, pa je ustrajan, radi toga se mnogo izrađuje kao građevni i uresni kamen.

[1]) trachys, hrapav. [2]) gr. phoneo, zvučim. [3]) diorizo, razlučujem.

4. Mlađe kamenje s plagioklasom i amfibolom.

Amfibolni andezit[1]) u tamno sivoj osnovini nalaze se uklopljeni leci plagioklasa, amfibola i obično crna tinjca. On se je razvio u velikoj množini u Ugarskoj, Sedmogradskoj, u Srbiji u dolini Timoka. U Bosni nalazimo ga kod Maglaja i Srebrenice.

5. Starije kamenje s plagioklasom i augitom.

Dijabaz je jasno zrnata, rjeđe gusta smjesa plagioklasa i augita. On se je razvio u Češkoj u blizini Praga, na Harzu, Smrekovnjaku, Alpama (Monzoni) itd. Kod nas tvori dijabaz male otočiće Brusnik i Jabuku kod Visa, a ima ga kod Budve (Ivanovića potok), u Banovini (Hrvatsko selo, Šašava, Ljeskovac, Bović, Oblaj, Žirovac), u Zagrebačkoj gori (Bistra, Pila), u Psunju, a u Bosni gotovo svuda uz serpentin (na pr. Doboj, Višegrad itd.).

Dijabazni porfirit je porfirast dijabaz; ima u osnovini uklopljene lece plagioklasa i augita. Ima ga na otoku Visu kod Komiže, u južnom Tirolu, Šleskoj itd.

Upotrebljavaju ga za gradnju cesta.

Melafir[2]) je tamne, crne osnovine, u kojoj se nalaze leci plagioklasa, augita i olivina. Melafir je vrlo raširen kamen, premda se nije razvio u velikim gromadama. Ima ga kod nas u Požeškoj gori, na Vratniku kod Žirovca, kod Oblaja, Bovića i u Kremešnici, za tim u Krkonošama, Harzu itd.

Melafir pokazuje vrlo često mandulasti sastav; u njem su se stvorile, kada se je kamen ohlađivao, kruglaste šupljine, koje su se kašnje raznim rudama ispunile. — Melafir upotrebljavaju pri gradnji cesta.

6. Mlađe kamenje s plagioklasom i augitom.

Augitni andezit je malne uvijek porfirna sastava, te u tamnoj osnovini ima uklopljene lece plagioklasa, augita i obično još crna tinjca. Ima ga u Hrvatskoj (Ivančica, Vočin), u Ugarskoj, Sedmogradskoj, Moravskoj itd.

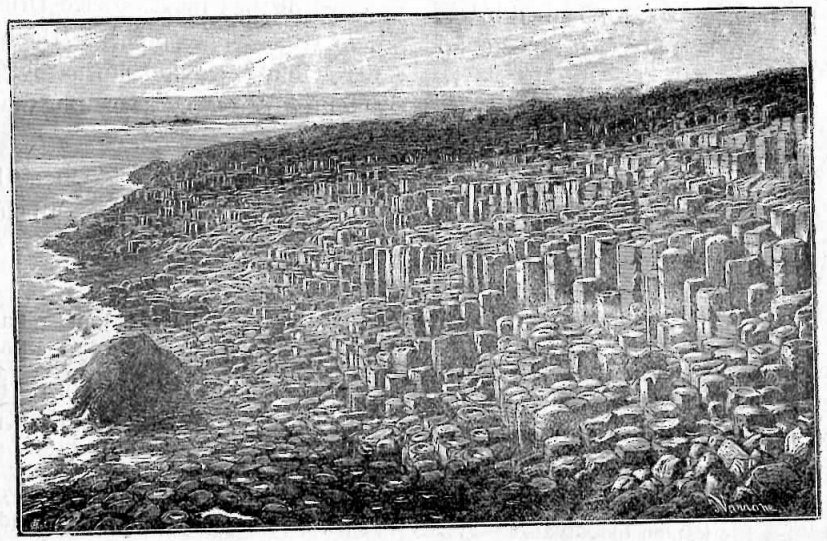
Bazalt je zrnata ili porfirasta sastava, a bitne sastavne rude su mu plagioklas, augit i olivin, čemu se obično uvijek još pridružuje magnetit.

[1]) Na Andama u sjevernoj Americi tvori andezit najogromnije vulkane. [2]) gr. melas, crn; crn porfir.

Po mineralnim sastavinama dijele bazalte još na glinenčeve, nefelinove i lajcitne bazalte. Glinenčev bazalt sastoji se od glinenca, augita i olivina; kod nefelinova bazalta je glinenac zamijenjen nefelinom, a kod lajcitna bazalta lajcitom.

Bazalt je vrlo raširen vulkanski kamen. On tvori u gorju žice, pokrove, glavice i čitave rpe bregova. Više puta se on posve pravilno rascijepao i razdijelio u stupove i prizme. Na glasu su radi svoje ljepote takvi stubasti bazalti na sjevernoj obali Irske (Antrim, sl. 205.), za tim na zapadnoj obali Škotske otok Staffa s Fingalovom spiljom. Inače se bazalt u veliko razvio

Sl. 205



Stubasti bazalt na sjevernoj obali Irske kod Antrima.

u češkom, njemačkom, franceskom gorju. U Hrvatskoj poznat je bazalt s Krndije (Lončarski Vis).

U bazaltima se kao i u melafirima vrlo često pojavljuju mendulaste šupljine, koje su raznim rudama ispunjene. — Kako je bazalt tvrd i ustrajan kamen, to ga mnogo upotrebljavaju za podvodne gradnje, za ceste, zgrade itd.

7. Kamenje bez glinenca.

Kamenje se ovo sastoji poglavito od **serpentina** ili zrnata **olivina**. Uz to se u njem nalazi kromovo željezo, augit i koja druga augitu nalična ruda (enstatit, broncit). Serpentin je posvuda postao kemijskom pretvorbom kamenja, u kom je bilo olivina, ali nije sigurno, da je sve to kamenje eruptivne naravi. Takva pretvorena serpentina ima u Hrvatskoj

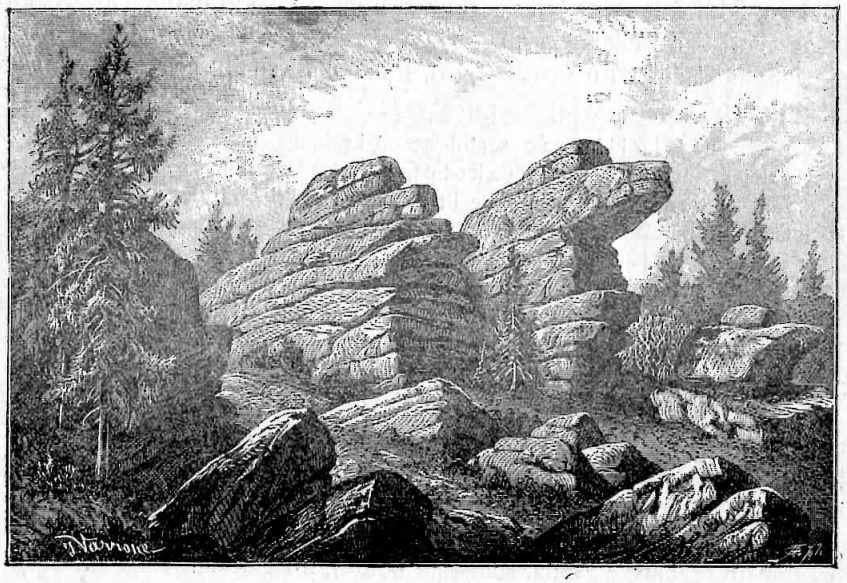
obilno u Fruškoj gori, u Banovini (Bović, Ljeskovac, Klasnić, Vratnik, Badinovac), nešto u Zagrebačkoj gori (Moravče), te u mnogom gorju sjeverne Bosne.

II. Taložno kamenje.

a) Kristalinsko taložno kamenje.

Gnajs je zrnato škriljava smjesa ortoklasa, kremena i tinjca. Uz ortoklas pojavljuje se katkad ili ga posve zamjenjuje plagioklas, a tinjac je kalijev ili magnezijev.

Sl. 206.



Gnajs u češkom Rudogorju.

Sastavine gnajsa su one iste ,kao što i kod granita, jedina razlika je u škriljavom sastavu. Kao što i kod granita, tako zna i kod gnajsa gdjekad tinjac biti djelimice zamijenjen kloritom, milovkom, amfibolom itd.

Gnajs je neizmjerno raširen kamen. Od njeg se sastoji najveći dio pragorja. U Hrvatskoj ga ima u Moslavačkoj gori, Papuku, Krndiji i Psunju. On tvori veliki dio središnjih Alpa, Rudogorja, Sudeta, Crne šume itd., pa je i po mnogom drugom gorju i izvan Evrope raširen (Kanada, Brazilija itd.) (sl. 206.).

Granitni gnajs tako je nejasna škriljava sastava, da tvori prijelaze u granit. Takva gnajsa ima mnogo u središnjim Alpama i u Rudogorju, a kod nas u Papuku i Krndiji.

Amfibolni gnajs sadržaje amfibol kao bitnu sastavinu. Protoginski gnajs zamijenio je tinjac milovkom ili kloritom. U grafitnom gnajsu razvio se grafit mjesto tinjca, na pr. kod Pasave na Dunavu i u južnoj Češkoj.

Granulit je sitnozrna, ponešto škriljava smjesa ortoklasa, plagioklasa, kremena i granata. Granulit se u Saskoj, Austriji, u Češkoj razvio među drugim kristalinskim škriljavim kamenjem u dosta znatnoj množini.

Gnajs i granulit upotrebljavaju za gradnju. Zrnate vrste tešu u kocke, a škriljave vrste izrađuju kao ploče za stube, pločnike itd.

Tinjčev škriljavac je očita škriljava sastava, a sastoji poglavito od tinjca i kremena. Vrlo često ima u njem još i granata. Tinjčev škriljavac tvori kao i gnajs glavnu sastavinu pragorja. U Hrvatskoj nalazimo ga u znatnoj množini u Fruškoj gori, Papuku i Krndiji, u Psunju i Moslavačkoj gori.

Kremeni škriljavac sastoji se od kremena, u koji su se uložili rijetki listovi tinjca. Jedna odlika, itakolumit[1]) u Braziliji, je zrnato škriljava smjesa od kremena, tinjca i milovke ili klorita, u tankim je pločama dosta gipka. U njemu ima gdješto zlata a brazilijanski dijamanti kao da iz njega potječu. Kloritni škriljavac sastoji poglavito od listića ili škriljava klorita, čemu se pridružuju mnoge uzgredne rude kao što su: magnetit, kremen, granat, turmalin itd. U centralnim Alpama ima ga u znatnoj množini. Milovkin škriljavac sastoji se poglavito od milovke, a uz to ima u njem katkad nešto kremena, klorita, tinjca itd.

Amfibolni škriljavci imadu kao glavnu i bitnu sastavinu amfibol. K tomu se pridružuju različite rude i u različitoj množini kao na pr. kremen, glinenac, tinjac itd. U kristalinskom škriljavom gorju su amfibolni škriljavci vrlo rašireni. U Hrvatskoj razvili su se razni amfibolni škriljavci u Zagrebačkoj gori, u Moslavačkoj gori, Psunju, Papuku i Krndiji, Fruškoj gori (petrovaradinska tvrđa, Kameniti potok), u Banovini (Buzeta, Klasnić, Vratnik). U Bosni nalaze se obično uz serpentine.

Eklogit je smjesa od zelenkasta amfibola i granata. Kamen je to krasne šarene boje, pa se radi toga često kao ukresni kamen izrađuje. U Bosni ga ima kod Višegrada i Čelinca.

Filit (prabrusilovac) je gustozrn škriljavac zemljasta ili kristalinsko tinjčasta lica. On tvori prijelaz od tinjčeva škriljavca klastičnomu, mlađem brusilovcu. Sastoji poglavito od kremena, glinenca i tinjca ili od amfibola i glinenca. On tvori često velik dio škriljavog pragorja. Kod nas ga ima u Psunju, gdje u njem ima grafita, za tim u Fruškoj i Zagrebačkoj gori.

[1]) Itakolumi, brdo u Braziliji.

Prabrusilovac se razlikuje od klastičnog brusilovca svojim svilenastim sjajem i finim zavojima, koji se gotovo uvijek vide na kalotini.

Među kristalinsko taložno kamenje imamo ubrojiti još i neke **rude**, koje u obliku kamenja tvore zemaljsku koru. Najvažnije vrste jesu: kremen kao kremenjak, vapnenac kao pravapno (kristalinski mramor), kao vapneni mačak i kao vapnene sige, zatim zrnati magnezit i dolomit, grafit kao **grafitni škriljavac**, slankamen, **anhidrit**, sadra.

Sve spomenuto kristalinsko, složeno kamenje, za tim kremenjak, pravapno, magnezit i grafit nazivaju se kristalinskim škriljavcima, ili još i metamorfnim kamenjem, jer mnogi geolozi misle, da to kamenje nije onakvo postalo, nego da su to bili mehanični talozi, koji su se polagano uplivom vode, pritiska i topline mijenjali i preobražavali.

b) Klastično taložno kamenje.

1. Gromačasto kamenje.

Kršnicima nazivamo tako kamenje, koje sastoji od uglasta kršja, što ga je poseban zamaz slijepio i spojio. Po kršju, što se u kršniku nalazi, razlikujemo kršnike vapnenčeve, kremene, gnajsne, granitne, porfirne itd.

Gromače se sastoje od zaokružena šljunka, što ih je poseban zamaz u tvrd kamen spojio.

Zamaz, što je u kršniku ili gromači spojio pojedino kršje i šljunak u tvrd kamen može biti vapnenast, glinenast ili kremenast.

2. Pješčenici.

Pješčenici se sastoje ponajviše od kremena pijeska, čemu se je više ili manje tinjčevih listića primiješalo. Zrnje je slijepio zamaz u tvrd kamen, a po zamazu razlikujemo glinenaste, kremenaste, željezaste, vapnenaste pješčenike.

Pješčenici se obično nazivaju po formacijama, u kojima se javljaju, kao na pr. kredni, crveni, ugljeviti pješčenici itd. a gdjekad i po mjestu kao na pr. bečki pješčenik, karpatski pješčenik itd.

Razne vrste pješčenika i gromadastog kamenja vrijede mnogo kao građevno kamenje. Od tvrdih i krupnozrnih pješčenika prave izvrsno mlinsko kamenje, a od sitnozrnih pješčenika prave brusove.

3. Glineno tlo.

Kamenje ovo postalo je od glinenasta mulja, koji je po vremenu otvrdnuo. Prama tomu, da li je kamenje više ili manje stvrdnulo, razlikujemo slijedeće vrste.

Brusilovac je tvrd kamen i k tomu tako škriljav, da se dade u tanke ploče cijepati.

Krovovac i pločenac dade se u lijepe, ravne tanke ploče kalati, koje onda upotrebljavaju za pokrivanje krovova, za pisaće ploče itd. Šipkasti brusilovac cijepa se u tanke šipke.

Sl. 207

Usječen put u kineskom praporu.

Škriljava glina je mekša i slabije škriljavosti; na zraku se u zemlju raspada.

Ugljeviti škriljavac je od primiješanih ugljevitih tvari postao tamno siv ili crn, a gdjekad ima u njem toliko tih tvari, da gori.

Glina, ilo ili **ilovača** posve je mekana, pa vodom namočena dade se više ili manje mijesiti.

Tegalj[1]) jest glina iz tercijarnih naslaga kod Beča. Prapor (löss) je vapnenasta, gdjekad i pjeskovita glina u diluvijalnim naslagama. Odronjuje se okomito, a ravne stijene dobro se drže (sl. 207. i 208.) Ima ga u Podunavlju.

4. Vulkansko kršno kamenje.

Vulkanski pršinci i gromače. Kamenje ovo sastoji od izbacana vulkanskoga kršja, koje se sad slabije sad čvršće slijepilo. Prama naravi dotičnoga kršja razlikujemo trahitne, bazaltne i fonolitne pršince i gromače. Plovučasti pršinci sastoje poglavito od plovučca.

5. Prko i kršno kamenje.

Gorski krš sastoji od uglastog, nepravilnog kršja, kako se ono stvara pri trošenju i raspadanju kamenja. Kršja ima granitna, trahitna, dolomitna itd.

[1]) Od tegula, opeka.

Šljunak može biti valjkasta ili sploštena, jajolika i klinasta oblika. Valjkasti šljunak postao je poglavito na morskoj obali, gdje su ga valovi svojim gibanjem k obali i od obale kotrljali i izlizali. Splošteni i jajoliki šljunak, koji je na jednom kraju tanji, stvorio se u potocima i rijekama.

Pijesak se sastoji od naslagana sitnijeg ili krupnijeg zrnja nekih ruda. Zrnje to ponajviše je od kremena, ali gdjekad i od tinjca, vapna, amfibola, glinenca, magnetita itd.

c) **Zoogeno taložno kamenje.**

1. Vapneno kamenje.

Gusti, gromadasti **vapnenac** vrlo je raznolično bojadisan, pa ga u graditeljstvu upotrebljavaju vrlo često kao šareni mramor. Šarena mramora ima vrlo lijepa na raznim mjestima u Alpama, na dalmatinskim otocima, u Fruškoj gori itd.

Sl. 208.

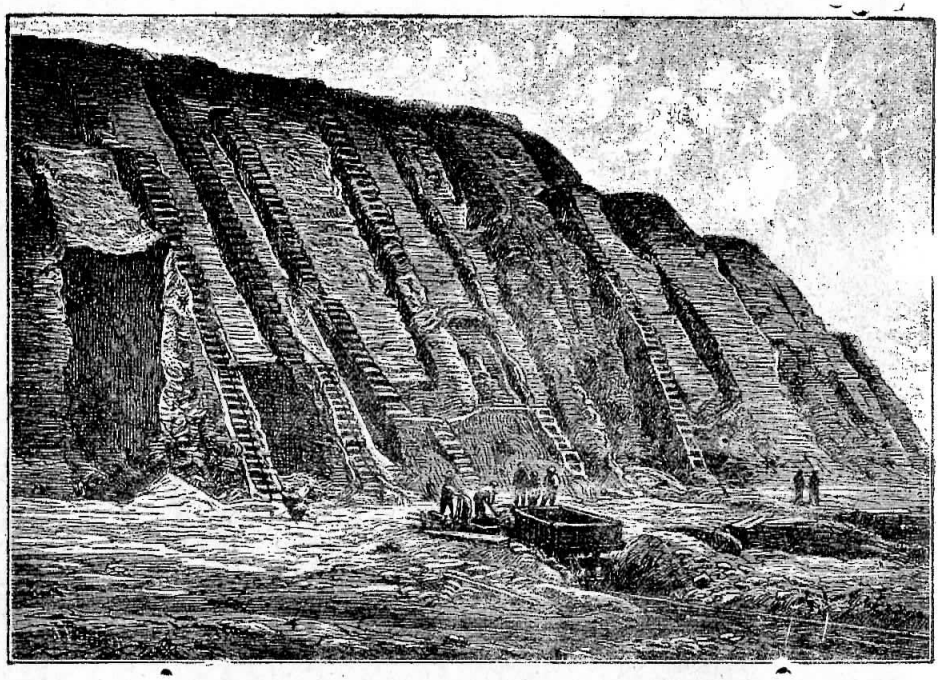
Usječen put u praporu kod Vukovara.

Gusti škriljavi vapnenac ima obično primiješane gline. Od njega prave litografsko kamenje, pločnike u crkvama itd. Na svjetskom su

glasu veliki kamenolomi kod Solnhofena i Aichstädta na Altmühlu u Bavarskoj (solnhofenske i kehlheimske ploče, sl. 162.).

Vapnencu slično je dolomitno kamenje (ili dolomit), koje sastoji od samoga dolomita (kalcijev i magnezijev karbonat). Ako je u vapnencu primješano malo dolomita, onda ga zovemo dolomitnim vapnencem.

Sl. 209



Otkapanje guana na otocima Chincha.

Laporom nazivamo smjese gline s kalcijevim i magnezijevim karbonatom. Vapneni lapor je bogat na vapnu; u glinenom laporu je glina pretežna, u dolomitnom laporu ima magnezijeva karbonata; a u pješčanom laporu ima kremena pijeska. Cementni lapor je vapneni lapor, koji daje, ako se žeže, hidrauličko vapno (Beočin u Fruškoj gori).

Zemljasti vapnenac. Ovamo ubrajamo bijelu pisaću kredu, što je nalaze na otoku Rügenu, na Seelandu, u sjevernoj Franceskoj i jugoistočnoj Engleskoj, te na nekim mjestima Afrike.

O koralnom vapnu i o raznovrsnom ljušturnom vapnu bilo je već govora u općenitoj geologiji (str. 143).

U zoogeno vapno ubrajamo djelomice i litavsko vapno, što se je razvilo u Zagrebačkoj, Orljavskoj, Moslavačkoj gori, Krndiji, Požeškoj gori itd.

Ima ga dvije glavne vrste: nuliporno vapno i amfistegino vapno. Prvu stvorila je jedna resina (Lithothamnium ramosissimum, prije Nullipora ramosissina, otkle i ime), što vapno odlučuje, čemu su se još pridružile razdrobljene ljušture. Druga se vrsta sastoji od foraminifernih ljuštura (poglavito Amphistegina Haueri), a nije tako tvrda kao nuliporno vapno.

2. Koštane naslage

Ovamo ubrajamo one kamenite naslage, koje se sastoje poglavito od ostataka hrpteničnjaka, i to od kosti, zubi, ljusaka i fosilnih otpadaka (koprolita)[1]). Ovamo idu i silne nakupine ptičjih otpadaka (poglavito pogani), guana, koji kopaju na peruanskim Chincha-otocima (sl. 209.) i to sa strmih obronaka, koji su do 40 metara visoki.

d) Fitogeno taložno kamenje.

1. Kameno ugljevlje.

Ugljac je crne boje i crna crta, a sadržaje 85—96 postotaka ugljika i vrlo malo pepela[2]).

Odlike su mu: obični ugljac, baršunasto crne boje, nepotpuna kovna sjaja i ljušturasta prijeloma; grafitni ugljac piše, boje je željezno crne.

Ugljac se u vatri ne tali, izgara samo u velikom propuhu, a gori bez plamena, ali razvija više topline nego i jedna druga vrsta ugljena. U Austriji ima slabo ugljaca. Najviše ga ima u sjevernoj Americi u državi Pensilvaniji i Rhode Islandu, zatim u Kini.

Crni ugljen (kameni ugljen), boje je crne i crna crta. U njem ima 75 do 85 postotaka ugljika uz promjenljivu množinu pepela.

Odlike crna ugljena jesu: sjajni ugljen je oštra, a smolinasti ugljen slabijeg sjaja. Garasti ili vlaknasti ugljen je svilenasta sjaja, a briše se kao drvenasti ugljen. On se nalazi u tankim slojevima između sjajnog i smolinastog ugljena. Svjećasti ugljen je smolinasti ugljen, u kom ima puno smolinastih tvari. On je slaba voštana sjaja, tamno crne boje, nije krhak nego žilav. Radi toga se on dade lako točiti, gladiti i za razne uresnine izrađivati. On je osobito prikladan za proizvađanje rasvjetnog plina.

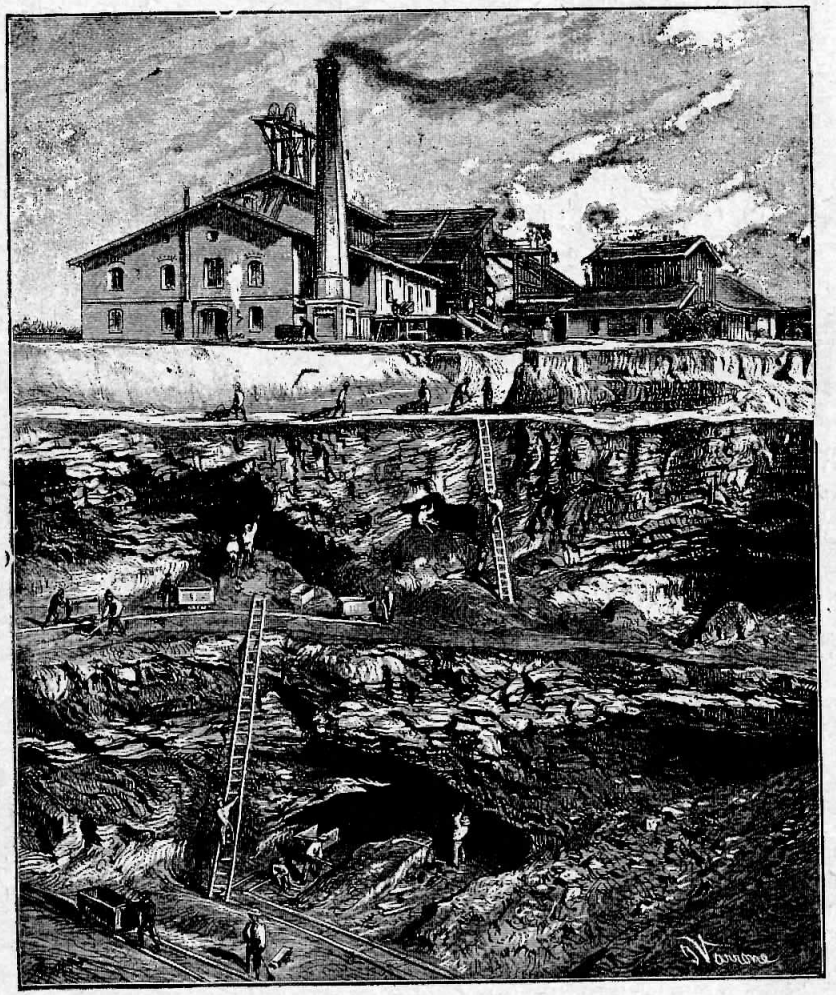
Sve se vrste crna ugljena ne drže jednako u vatri. Jedno ugljevlje se u jari umekša, a prah mu se pri suhoj destilaciji opet stvrdne u jednu tvar, koja se koks nazivlje. Ovakve vrste upotrebljavaju za proizvađanje rasvjetna plina i za pravljenje koksa. Druge vrste se samo djelimice u jari speku i tvore slab koks, dok ih imade i takvih, kojima se prah u jari nikako ne će speći.

---

[1]) kopros, pȍgân. [2]) t. j. sastavinâ, koje tvore pepeo.

Crni ugljen se kao i ugljac pojavljuje u prirodi u slojevima razne debljine. U našoj su monarkiji najznamenitije naslage crnoga ugljena: u Češkoj, Moravskoj, Šleskoj, Poljskoj, Ugarskoj (Pečuh). Znamenite množine ka-

210.



Kopanje mrkog ugljena, do 40 *m* debelih naslaga u Češkoj (Dux).

mena ugljena nalaze u Njemačkoj, a u Evropi ga najviše ima u Engleskoj. Najveće naslage crna ugljena na cijelom svijetu nalaze se u sjevernoj Americi, gdje se ugljen proteže prostorom, koji je veći nego cijelo njemačko carstvo. Iza Amerike ima najviše crna ugljena Kina.

Mrki ugljen je ponajviše crne boje ali smeđa crta. Ugljika ima 44—75 postotaka, a uz to obično mnogo pepela. Mrki ugljen gori velikim čađavim plamenom.

Odlike smeđeg ugljena jesu: sjajni mrki ugljen, crne boje, krhak često staklena sjaja, ne briše se; smolinasti mrki ugljen, crne smolinaste boje, krhak ali slaba, smolinasta sjaja; prosti mrki ugljen, boje je crno smeđe, slaba, masna sjaja, te tvori prijelaz u lignit; lignit ili drvenasti ugljen, boje i crta je smeđa, ima ugljika 44—57 postotaka i obično mnogo pepela; u njem se jasno vidi drvenasti sastav, da ga je moći kao drvo obradivati. Najveći dio lignita potječe od crnogoričnog drvlja.

U našoj monarkiji ima ugljena: u Češkoj [sjajni ugljen: Usti (Aussig), smolinasti i obični ugljen: Duchov (Dux), sl. 210. Žatec (Saaz), Falkenar]; u Štajerskoj (sjajni ugljen: Leoben, Eibiswald, Trifalj, obični ugljen: Köflach) itd.

Mrka ugljena ima kod nas: kod Siverića, na Promini kod Dubravice, Velušića, Drniša, Marina, Novog-grada, Jelen-grada, na Krfu, Cresu, Rabu; kod Ivanca, Samobora, Lijepih vina, Gospića, Trnovca, Brušana, Bribira, Drenovca, Krapine, Radoboja, Tabora, Prislina, Kostela, Lupinjaka, Lepoglave, Varaždinskih toplica, Glogovnice, Rasinje, Apatovca, Vranovice, Velike Gorice; Planine (Zagrebačka gora); kod Cernika, Velike, Raića, Novske, Gradišća, Kutjeva, Voćina, Đakova, Vrdnika, a u Bosni kopaju ga kod Tuzle i Zenice.

Treset se sastoji iz raznovrsnih, nagomilanih bilinskih ostataka, koji su se počeli pougljenjivati. U njem ima obično veoma mnogo pepelastih sastavina.

Najglasovitije odlike treseta jesu: smolinasti treset crn, gust i dosta tvrd. On se nalazi poglavito na dnu tresetišta. Posušen vrlo nalikuje na smolinasti ugljen. Vlaknasti treset nije gust, nego ima isprepletenih bilinskih vlakanaca. Boje je jasno ili crvenkasto smeđe. — Treset se je razvio u većoj množini u sjevernoj Njemačkoj i Irskoj (gdje pokriva 10% zemljišta).

2. Smoline ili ugljični vodići.

Asfalt ili **zemna smola** je crna smolinasto sjajna tvar, koja je pri niskoj temperaturi kruta; tali se lako, a gori čađavim plamenom. Gust. = 1·2.

Poznata su nalazišta asfalta na Crnom moru i na asfaltnom jezeru Trinidad (južna Amerika). Obično se on dobiva iz bituminoznih vapnenaca i škriljavaca na pr. u Dalmaciji (Brač, Čiovo, Klis, Vrgorac, Pelješac, Zrmanja). Upotrebljavaju ga za početnike, za taracanje ulica, za krovove, baklje itd.

Ozokerit (zemni vosak) je žućkaste ili crvenkasto, zelenkasto smeđe boje, a mekan je kao vosak. Mnogo ga ima u Galiciji (Drohobic, Borysław), a nešto malo ga nađoše pri vrtanju na petrolej između Koprivnice i Ludbrega (Poganac Veliki).

Ozokerit ponajviše izrađuju u ceresin, parafin itd. On se obično pojavljuje uz petrolej.

Petrolej[1]) (kameno ulje, nafta) je tekuć, boje je žute, smeđe crvene, često fluorescira zelenkasto. Gust. = 0·7—0·9.

Petrolej se pojavljuje u škriljavcima i pješčenicima tercijarne formacije. Na mnogim mjestima ističe on iz zemlje, često zajedno s vodom. Najznamenitije nalazište u Evropi jest kod Boryslawa u Galiciji i Bakua na Kaspijskom moru. U ogromnoj množini ima ga u Pensilvaniji i Kanadi u sjevernoj Americi. U Hrvatskoj ima petroleja kod Ludbrega, Poganca, Petrova sela, Raića, Baćin-dola, Mikleuške, Popovače, Ivanića itd. Petrolej se u veliko upotrebljava za rasvjetu, ali se mora prije destilacijom pročistiti.

3. Kremena zemlja.

Kremena zemlja jest bijela, mršava opipa, a sastoji od kremenih skeleta nekih diatomacea (str. 143).

B) GEOTEKTONIKA
ili
nauka o položaju kamenja i sastavu gora.[2])

Položaj onaj, kojim se kamenje u zemaljskoj kori poredalo i složilo, može biti normalan ili abnormalan.

U normalnom položaju nalazimo na zemlji složeno taložno kamenje. Jedna naslaga složila se tu povrh druge. Više ovakovih složenih i poređanih slojeva, koji po svojoj naravi i postanku pokazuju neku suvislost, tvori ono, što se zove sustav slojeva. Pojedini slojevi i cijeli sustavi mogu biti razne debljine.

Ako se u kojem sustavu slojeva nalazi umetnut sloj, koji se svojim mineralnim sastavom od cijeloga sustava razlikuje, onda velimo, da je to uklopljen sloj. Tako ima uklopljenih slojeva vapnenca u gnajsu, kamena ugljena u ugljevitom pješčeniku itd. Onaj sloj, koji leži povrh drugoga sloja, nazivaju Nijemci u rudarskom jeziku »das Hangende« (krov); a sloj koji pod njim leži, »das Liegende« (podina).

U normalnom položaju nalazimo i eruptivno kamenje i to onda, ako se je ono složilo u tavane (pokrove), ili u struge.

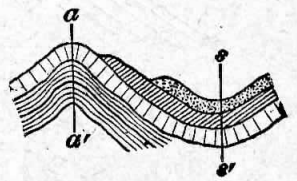
Eruptivno kamenje se je u tavane složilo, ako se je ono povrh drugoga kamenja na većem i širem prostoru raširilo, te stvorilo razlivene slojeve kao što su porfirni, melafirni tavani, itd. — U strugama složilo se eruptivno kamenje, ako se ono poglavito u jednom smjeru povrh drugoga kamenja izlilo; struge lave, bazalta itd.

[1]) gr. petros, kamen; lat. oleum, ulje. [2]) Ovaj dio geologije naziva se još arhitektonskom geologijom.

Kako su svi taložni slojevi postali taloženjem u vodi, to je prvotni njihov položaj morao uvijek biti vodoravan ili bar približno vodoravan. Gdje se slojevi ne nalaze u vodoravnom položaju, gdje su oni sad više sad manje u strminu uzdignuti, tamo su oni morali kasnije biti poremećeni ili dislocirani. Slojevi, koji se ne nalaze u vodoravnom položaju, nazivaju se poremećeni ili dislocirani.

Kod dislociranih slojeva valja nam paziti na smjer i nagnuće slojeva. Vodoravna crta položena na sloj pokazuje nam smjer, prema kojoj se strani svijeta sloj širi. Nagnuće se izrazuje onim kutom, što ga tvore nagnuti slojevi s vodoravnom ravninom. Pravac nagnuća stoji uvijek okomito na pravcu smjera. Smjer slojeva se opredjeljuje ručnim kompasom, uz koji se nalazi još i klinometar, kojim se mjeri kut nagnuća.

Sl. 211.



aa' antiklinalni položaj.
ss' sinklinalni položaj.

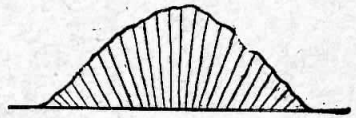
Po gorama nalazimo obično samo dislocirane slojeve, dok se oni u ravnicama obično nalaze u neporemećenu položaju.

Zavijeni slojevi, kojima je zavoj gore zavijen (aa' na sl. 211.), tvore sedlo, pa na tom mjestu su slojevi antiklinalni[1]), t. j. oni su na protivne strane nagnuti. Slojevi, koji su dolje zavinuti, tvore koritasti ili sinklinalni[2]) položaj (ss' na sl. 211.). Ako su slojevi okomito uzdignuti, tako da im nagnuće iznosi 90°, onda velimo, da su slojevi na glavu postavljeni.

Ako su u gori slojevi u istom onom smjeru (ili bar približno) nagnuti, u kom se i obronak spušta, onda velimo za slojeve, da su sumjerna

Sl. 212

Sl. 213.



položaja (kod *a* na sl. 212.); no ako je položaj slojeva protivan smjeru obronka, onda su slojevi nesumjerna položaja (sl. 212. *b*). Jedna posebna vrsta položaja slojeva, kako je često u Alpama nalazimo, jest lepezast položaj (sl. 213.). U srednjem dijelu strmine slojevi su okomiti, dok se s jedne i s druge strane slojevi lepezasto nagibliju.

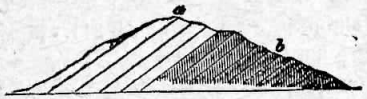
Ako su se slojevi ili cijeli sustavi slojeva posve paralelno poredali (*a* i *b* na sl. 214.), onda velimo, da su ti slojevi konkordantni (suglasni). No vrlo se često vidi, kako se prama jednom sustavu slojeva

[1]) gr. anti, naproti: klino. nagibljem. [2]) gr. syn, zajedno.

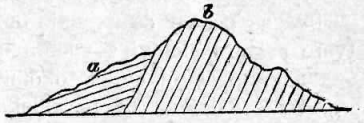
složio drugi jedan sustav u položaju, koji nije prijašnjemu paralelan. Takav položaj dvaju sustava (*a* i *b* na sl. 215.) nazivamo diskordantnim.

Slojeva u diskordantnom položaju nalazimo malne u svakom gorju. Trupina gore sastoji ponajviše od starijih, uzdignutih slojeva, dok su se na podnožju gore poredali vodoravni ili samo slabo nagnuti, mlađi slojevi, tako da se onda jedni slojevi prama drugima nalaze u diskordatnom položaju.

Sl. 214

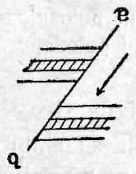


Sl. 215.



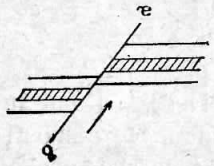
Za slojeve, koji su se smjerom jedne pukotine razmaknuli, velimo, da su upali (verworfen, sl. 216.) ili nadignuti (überschoben, sl. 217.), prema položaju dotičnih komada.

Sl. 216.



Upali slojevi.

Sl. 217.



nadignuti

U abnormalnom položaju nalazimo poglavito eruptivno kamenje. Abnormalan je onaj položaj, gdje se kamenje nije jedno povrh drugoga poredalo, nego gdje ono leži pokraj drugoga kamenja ili između njega. Takvo kamenje se složilo u žice, glavice ili u grede.

Žice. Ako se pukotine u kom kamenu ispune rudnim tvarima, onda nastanu žice (sl. 218.). Prama materijalu, kojim su pukotine ispunjene, razlikujemo kamene žice (na pr. žice granitne, porfirne, bazaltne itd.) i rudne žice (na pr. kremene žice, žice olovnih, srebrnih rudača itd.).

Sl. 218.

Provirujuće žice od lave iz izpranog pršinca na Etni.

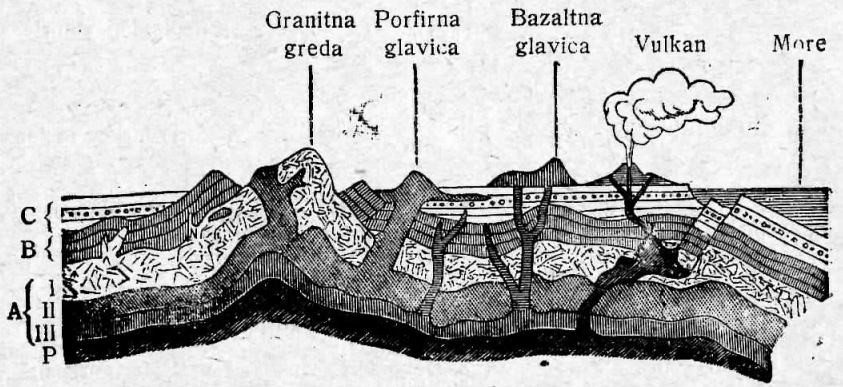
Rudne žice mogu biti ispunjene ili kovnim rudama, rudačama, ili nekovnim rudama (kremenom, vapnencem, baritom, fluoritom itd.).

Glavice. Ako se je eruptivan kamen iznad svoga izlazišta skupio u čunjastu, svedenu ili zvonastu gromadu, onda nazivamo takav položaj glavicom; na pr. porfirna, bazaltna, trahitna glavica.

Grede. Kada se kamenje u većem opsegu proturalo i probilo u abnormalnom položaju kroz drugo kamenje, onda velimo, da se ono u grede složilo. Ovakve grede mogu prolaziti kroz uslojeno a i kroz gromadno kamenje. Grede mogu biti lećasta, klinasta, eliptična ili posve nepravilna oblika; na pr. granitne, sijenitne grede.

Starost kamenja. Ako promatramo položaj raznog kamenja, to ćemo lako vidjeti, da sve kamenje nije na jedamput postalo, nego da se je ono polagano jedno za drugim u raznim odsjecima vremena taložilo, ili da je u razno doba na zemlju iz nutarnjosti provaljivalo. Označiti starost kamenja brojem godina, dakle apsolutnu starost, nije moguće, ali po položaju kamenja možemo opredijeliti njegovu odnosnu ili relativnu starost t. j. možemo ustanoviti, da li je neki kamen postao prije ili poslije drugoga kamena.

Sl. 219.



Idealni prorez tvrde zemaljske kore.

P Pirosfera. A Kristalinsko gromadno kamenje (eruptivne formacije). I. Paleoliti, II. mezoliti, III. kenoliti. B Kristalinsko škriljavo kamenje (primitivna formacija). C Klastično taložno kamenje (paleozojska, mezozojska, kenozojska i antropozojska formacija).

Kod uslojenog kamenja, koje se nalazi u normalnom položaju, odaje nam poredanje njegovu međusobnu starost, jer donji sloj mora uvijek biti stariji od gornjega. Kod kamenja u abnormalnom položaju uvijek je mlađe ono kamenje, koje prolazi i probija, od onoga, kroz koje ono prolazi.

Po tim načelima ustanoviše starost taložnog i eruptivnog kamenja. Sve ono kamenje, koje se u jednom odsjeku vremena stvorilo, skuplja se pod jedno i naziva formacijom. Mi razlikujemo formacije taložnoga i formacije eruptivnog kamenja. Kao što je za pojedine slojeve, tako je i za cijele formacije opredijeljena njihova relativna starost. Svaka formacija

predočuje jedan odsjek vremena u razvoju naše zemlje. Pojedine formacije se opet skupljaju u geološke periode ili geološke dobe.

Formacije eruptivnoga kamenja dijelimo na tri doba: na paleolitičnu[1]), mezolitičnu[2]) i kenolitičnu[3]) periodu.

Po taložnom kamenju i po okameninama, što ih u njem nalazimo, možemo cijelu prošlost naše zemlje razdijeliti na pet glavnih perioda: na pradobu, stari vijek, srednji vijek, novi vijek i na sadašnjost. Obzirom na razvoj organskih stvorova naziva se ovih pet perioda još i arhajskom[4]), paleozojskom, mezozojskom, kenozojskom i antropozojskom[5]) periodom. Prama tomu bi se taložne formacije ovako poredale:

Periode	Formacije		
V. Antropozojska perioda ili sadašnjost	Kvarter-narna	12. Aluvij 11. Diluvij	mlađe \ starije / naplovljeno gorje
IV. Kenozojska perioda ili novi vijek	Terci-jarna	10. Neogen 9. Eocen	mlađe starije gorje mrkog ugljena
III. Mezozojska perioda ili srednji vijek	Sekun-darna	8. Kredina f. 7. Jura 6. Trias	gorje pješčenika pločevca oolitno gorje solno gorje
II. Paleozojska perioda ili stari vijek	Primarna	5. Dias 4. Kameno-ugljena f. 3. Devonska f. 2. Silurska f.	bakreno gorje gorje kamena ugljena mlađe \ prelazno gorje ili starije / drobnjačko gorje
I. Arhajska perioda ili pradoba		1. Primitivna form.	pragorje ili gorje kristalinskih škriljavaca

Naslikani idealni prorez naše tvrde zemaljske kore (str. 167) predočuje nam red, kojim navedene formacije stvaraju našu zemaljsku koru.

Iz toga se proreza vidi, da se kora zemaljska ne sastoji od paralelnih ljusaka kamenja. Nasuprot pojavljuje se na površini poradi dislokacije uslojenog kamenja i provale gromadnog kamenja najraznoličnije kamenje jedno uz drugo.

[1]) gr. palaios, star. [2]) gr. meson, sredina. [3]) gr. kainos, nov. [4]) gr. arhaios, star. [5]) antropos čovjek

Na geološkim kartama označuje se rasprostranjenje pojedinih formacija raznim bojama. Geološki prorezi (profili) predočuju nam položaj kamenja i formacija.

Sastav gora. Fizikalna se geografija bavi horizontalnim i vertikalnim razvojem kopna na zemlji; ona uči, u kojoj su se visini pojedini dijelovi kopna razvili, kojeg su oblika i kako su se porazdijelili bregovi i visočine, doline i nizine, poluotoci i otoci, morske obale i korita rijeka, pa ustanovljuje njihov upliv na meteorološke pojave i na rasprostranjenje bilina i životinja. Po sastavu gora tumači nam geotektonika oblik naše zemaljske površine. Ona dovodi oblik zemaljske površine u savez s prirodom kamenja, te s položajem i rasprostranjenjem raznovrsno poslaganoga kamenja

Pogledom na apsolutnu visinu nad površinom mora razlikujemo nizine i visočine, a po obliku površja ravnice, bregove i gore.

Granica između nizina i visočina, uzima se na 700 metara; visina je to, koja odgovara srednjoj visini kontinenata.

Nizine su se razvile ponajviše uz morsku obalu. Dalje prama kopnu one se dižu ili lako nagnutim strminama ili u stupnjevinama do znatnije visine. Onakve nizine, koje su daleko u kopnu, te posve odijeljene od mora, nazivamo potisnutim nizinama (Depressionsgebiet), Veliki dijelovi ovakovih nizina leže dapače ispod morske površine.

Ovamo ubrajamo potisnutu pontsko-kaspijsku nizinu s Kaspijskim morem (25 met. pod morskom površinom) i nizinu Jordansku s jezerom Tiberias (—212 metara) i Mrtvim morem (—392 metra).

Za najveći dio nizina može se dokazati, da su one još u najmlađoj geološkoj periodi bile pod morem. One se sastoje od najmlađih formacija; nalazimo tu pijesak ili šljunak, glinu i ilovaču. Mjestimice su te ravnice pokrivene korom soli ili iz njih sol cvjeta, što su očiti ostaci otekloga mora.

Visočine se sastoje od visokih ravnica, bregova i gora.

Visoke ravnice su sve one ravnice, kojih se visina nalazi iznad 700 metara nad morem. One se dijele na visoke ravnine i na pločevine. Visoke ravnine po svojoj geološkoj naravi naliče nizinama; to su posušena dna nekadanjih jezera ili mora, kao što su to visoke ravnice alpinskih dolina ili visoka ravnica Tibeta itd. Pločevine sastoje se od ogromnih i raširenih slojeva, koji leže sad više sad manje u vodoravnom položaju, kao što je pločevina na Krašu, Dachsteinu i švapskom Albu. I vulkansko kamenje znade katkad stvoriti pločevine, ako se ono naime u širokim i ogromnim tavanima izlije, kao na pr. u Abesiniji i u prednjoj Indiji (dekanska bazaltna pločevina).

Kadšto mogu gorski krajevi dobiti lice pločevine, ako se s vremenom uzvišeni dijelovi unište i raznesu (abrazija, sl. 183.).

Osamljeni bregovi. Po ravninama, pojedinim nizinama ili visočinama uzdižu se više puta pojedini bregovi ili brežuljci. Ovakvi su bregovi s geološkog gledišta uvijek veoma važni i zanimljivi, a mogu biti vrlo različita porijekla. Često su ti bregovi vulkanske naravi, pa su postali na isti način, kao što su postali otočni bregovi u velikom oceanu.

Tako nalazimo osamljene bazaltne glavice u okolici Blatnog jezera, te u sjevernoj Češkoj sred visočine, koja se sastoji od pješčenika pločevca.

Na drugim mjestima predočuju nam ovakvi bregovi iz mlađih naslaga provirujuće dijelove starijeg kamenja: ostaci su to od razrušenih slojeva. Tako nalazimo u dolnjoj Austriji i Moravskoj osamljene jurasičke otočne bregove, a na sjevernom podnožju Tatre čudnovate vapnene klisure.

U nekim slučajevima takvi su bregovi zadnji i udaljeni ogranci povećega gorja, kao što na pr. brežuljak, na kom stoji petrovaradinska tvrđava. Napokon su gdjekoji takvi bregovi postali od raširenih naslaga, koje je voda tako na okolo isprala i odnijela, da su preostali pojedini dijelovi kao brežuljci.

Gorje se prema apsolutnoj visini dijeli na sredogorje, komu vrhunci dosežu visinu od 600—2000 metara, i na visoko gorje, kojemu vrhunci prelaze visinu od 2000 metara. S geološkoga gledišta dijelimo gorje po sastavu na jednovito i na sastavljeno gorje, a pogledom na tektonski oblik na čunjasto, gromadno i na uzdužno gorje.

Jednovito se gorje sastoji skroz ili bar pretežno od jednoličnog kamenja, na pr. od vulkanskog kamenja ili od kamenja jedne formacije kao što se sastoji Jursko gorje od jurske formacije. Sastavljeno gorje sastoji od kamenja, koje je različite geološke starosti te koje je na različan način postalo, kao što su Alpe i njezini ogranci u Hrvatskoj.

Čunjasto se gorje nije razvilo ni u kakvom jednovitom savezu. Takvo se gorje sastoji od čunjastih bregova, koji su se posve nepravilno poredali. Takvo je gorje gotovo sve vulkanskog porijekla, pa je ono onda i skroz jednovito.

Takvo čunjasto gorje je ljutomeričko sredogorje u Češkoj, koje sastoji od bazaltnih glavica i fonolitnih čunjeva; za tim trahitno gorje Siebengebirge na Rajni itd.

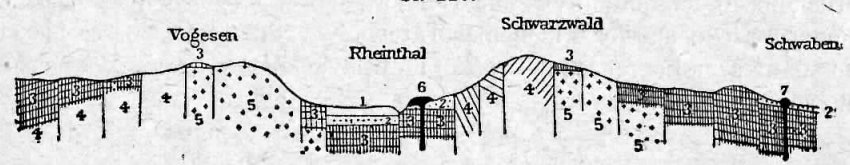
Gromadno gorje je nepravilna oblika, ne pokazuje stalna pravca, u kom bi se bilo razvilo, niti ima jasno razvijenih uzdužnih dolova. Često se sastoji gromadno gorje od bregova, koji su se sad više sad manje pravilno oko jednog središta poredali, ili su to nanizani bregovi, koji svi na jednu stranu strmo padaju. Gromadno gorje ponajviše je sastavljeno od različnih formacija. Najstarije kamenje, kao granit, gnajs itd. tvori u njem najglavniju sastavinu, a povrh toga kamenja poredale su se na okolo mlađe formacije.

Hercinsko-sudetsko se gorje u Češkoj i Moravskoj sastoji u mnogim dijelovima od vrlo raznovrsno sastavljenog gromadnog gorja.

Uzdužno gorje razvilo se u jednom pravcu, tako da mu duljina nadmašuje širinu, pa radi toga pokazuje ono u razvoju uzdužnih i poprečnih dolina dosta veliku pravilnost. Pojedini vrhunci njihova niza dosežu do mnogo veće visine, nego vrhunci u gromadnom gorju. U uzdužnom se gorju diže zemaljska površina do najveće visine.

Uzdužna su gorja u Evropi: Pireneji, Alpe, Karpati i Ural; u Aziji: Kavkaz, Himalaja, Khen-lun, Tienschan; u Americi: Kordilere, Stenjak, Ande; u Novom Seelandu Južne Alpe.

Sl. 220.



Poprečni prorez kroz Vogeze i Schwarzwald.
1. naplovina; 2. tercija; 3. mezozojske naslage; 4. gnajs; 5. granit; 6. trahit i bazalt (Kaiserstuhl); 7. fonolit.

Geološki sastav uzdužnoga gorja mnogo je raznoličniji nego kod gromadnoga gorja. Ono je obično sastavljeno gorje, a različne hrpe kamenja su obično paralelno poređane. U takvom gorju nalazimo obično (na pr. u Alpama) srednji niz, koji se sastoji od kristalinskog kamenja, no koji ne mora biti uvijek najviši. Uz taj niz redaju se paralelni postrani nizovi, koji se postepeno od sve to mlađeg kamenja sastoje. Postrani nizovi nijesu se uvijek jednako na obje strane srednjega niza poređali, gdjekad oni na jednoj strani manjkaju, dok su se na drugoj strani pravilno razvili.

Prema geološkoj gradnji i prema postanku dijelimo gore još i na ove glavne skupine:

1. Vulkansko čunjasto gorje, koje smo malo prije opisali.

2. Prolomno ili pločno gorje je postalo od ogromnih izlomljenih ploča, koje su se među sobom različno potisnule i podignule. Ovamo ubrajamo najveći dio gromadnog gorja (sl. 220.).

3. Borano gorje postalo je postranim pritiskom zemaljske kore, pri čem su se naslage poglavito jednim smjerom naborale. Ovamo ubrajamo malo ne sve uzdužno gorje na zemlji (sl. 222.).

4. Krnj-gorje. Neprestanim trošenjem i ispiranjem se pločno i borano gorje sve više snizuje i dobiva sve više lice ravnine. Tako je u hercinskom masivu pločno i naborano gorje na daleko izravnano, a u kanadskom niskom valovitom površju mogu se lako još naći tragovi naboranog gorja (sl. 183.).

Sve ovo, što smo sada napomenuli prikazuje nam sliku neobične izmjene i velikoga kolanja materije. Sve što se na krutom dijelu naše zemlje skrši i raztroši, to se na koncu sve snese u udubine morske, gdje se onda stvaraju ogromni talozi. Sekularno dizanje može da iznese te naslage iznad površja morskog i da stvori pločevine. Ravne ove površine mogu se opet dislokacijama pretvoriti u prolomno ili u borano gorje. Kršenjem i ispiranjem se i to gorje izravnava, a može mu se dogoditi, da i prije toga uz gibanje zemaljske kore dodje opet pod more, pa da se na njem nove naslage stvaraju. Takvih promjena bivalo je u svim geološkim periodama. U takvim slučajevima vidimo, kako se mlađe morske naslage prevlače preko starijega kamenja. Taj pojav zovu transgresijom kao što na pr. u Zagrebačkoj, Fruškoj i Moslavačkoj gori litavski vapnenac zahvaća preko starijega trupa gore.

C) STRATIGRAFIJA.

Opis naslaga i formacija.[1])

Zadaća stratigrafije jest, da opiše pojedine formacije po njihovu naravnom redu. Naslage su se za naslagama polagano stvarale i to u raznim okolnostima. U naslagama nalazimo sačuvane okamenjene životinje i biline, koje nam s jedne strane razjašnjuju one okolnosti, u kojima se je dotično kamenje stvaralo, a s druge strane nam predočuju donekle sliku tadanjega organskoga života. Radi toga nas stratigrafija uči ujedno razvoj naše zemlje i povjest organskih stvorova.

Na svakom mjestu nije moguće pregledati cijeli niz naslaga i formacija, a često manjkaju u tom nizu pojedini dijelovi, pa u takvim slučajevima ne bi čovjek mogao točno opredijeliti relativnu starost kamenja, kada ne bi našao u njem okamenina, koje ga na pravi put izvode. Okamenine od izumrlih biljaka i životinja nijesu bez ikakva reda na sve strane po kamenju porazbacane. U svakom odsjeku zemaljske prošlosti, u svakoj formaciji živjele su posebne vrste životinja i biljaka, pa za to nalazimo u kamenju svake formacije samo onakve vrste, koje su živjele, dok se je dotična formacija stvarala Svaka formacija ima svoje stalne okamenine, koje nam služe kao provodiči za raspoznavanje pojedinih formacija. »Po okameninama prepoznaje geolog starost naslaga, kao što graditelj po slogu crkve prepoznaje dobu, u kojoj je crkva građena.«

[1]) Ovaj se dio geologije naziva još i historijskom geologijom.

Razdiobu i red pojedinih formacija naveli smo već u geotektonici (str. 168), s toga možemo ovdje odmah prijeći na sam opis pojedinih formacija.

Prvo doba.

Arhajska perioda ili pradoba zemlje.

Arhajske se formacije sastoje pretežno od kristalinskog silikatnog kamenja. Razvilo se tu djelimice gromadno kamenje, kao granit, sijenit, diorit, diabaz i kremeni porfir, a djelomice kristalinski škriljavci, kao gnajs, tinjčev škriljavac, amfibolni škriljavac, granulit, prabrusilovac uz nešto kremenjaka, serpentina, zrnata vapnenca, magnezita i grafita. Najstarije je to kamenje, što ga poznamo, pa za to zovemo te naslage pragorjem ili primitivnom formacijom. Temeljna je to formacija naše zemlje; na njoj leži sve drugo taložno kamenje, u kom ima nedvojbenih organskih ostataka. Ta formacija je bogata rudačama i svakovrsnim rudnim žicama i drugim korisnim rudama.

U pragorju nalazimo od dragih kovina zlato, srebro, platinu; od prostih kovina olovo, bakar, tutiju, željezo, kobalt, nikalj, antimon itd. u porudačenom stanju; od dragog kamenja dijamant, rubin, safir, spinel, smaragd, akvamarin, hijacint, topaz; zatim granat, berilj, turmalin i različne odlike kremena. No najveći dio dragoga kamenja se dakako ispire (kao što i zlato i platina) iz naplovljene zemlje (str. 42., 53. i 65. itd.).

Arhajske su se formacije po svim krajevima svijeta raširile i dosta jednolično razvile. Naslage te dosežu u gdjekojim krajevima ogromnu debljinu od 30.000 metara. Slojevi su arhajske formacije vrlo raznolično poremećeni, iskidani, uzdignuti i isprevijani.

Arhajske su se formacije razvile u velikom opsegu i stoje posve nepokrivene u hercinskom sudetskom gorju, u središnjem nizu Alpa, u Karpatima, u Skandinaviji i Finlandu, u sjevernoj Americi (Kanadi) itd. Kod nas se razvilo kamenje arhajske formacije u većoj mjeri u Zagrebačkoj, Moslavačkoj i Fruškoj gori, Psunju i Papuk-Krndiji, gdje izgrađuje glavni trup gore.

Kamenje primitivne formacije je azojsko[1]), t. j. u njem nema nikakovih sigurnih tragova od organskih ostataka. Iz toga još ne slijedi, da za vrijeme stvaranja toga kamenja nije bilo na zemlji organskih stvorova. Dapače je vrlo vjerojatno, da su već u pradobi živjeli organski stvorovi, pa da je na pr. grafit, što ga nalazimo u kristalinskom kamenju, bilinskoga porijekla.

[1]) gr. azoos, bez života.

Drugo doba.

Paleozojska perioda ili stari vijek zemlje.

Od onoga doba počevši, kada se kristalinsko pragorje stvorilo, sastojao je cijeli razvoj zemaljske površine poglavito u tom, ako ne uzmemo u obzir češće provale eruptivnoga kamenja i stvaranje zoogenog kamenja, da se starije kamenje trošilo i kršilo, pa da se od toga novo kamenje stvaralo i u slojeve slagalo. Kamenje ove periode a i slijedećih perioda sastoji poglavito od klastičnog taložnog kamenja uz zoogene i fitogene tvorine. U paleozojskim naslagama nalazimo najstarije, sigurne tragove životinjskih i bilinskih ostataka. Okamenjeni se ovi stvorovi u obliku i u nutarnjem sastavu više razlikuju od današnjih stvorova, nego stvorovi mezozojskog i kenozojskog doba. Sve te vrste posve su izumrle.

Biline paleozojskog doba su gotovo sve tajnocvjetke. Morske resine, paprati, crvotočine i razne vrste preslinjača najobičnije su biljke paleozojskog doba. Dvosupnicama (dikotilne biljke), kao na pr. lisnatom drvlju, te najvećem dijelu jednosupnica nema ni traga. I broj vrsta je prama današnjoj raznoličnosti biljaka veoma malen.

I sa životinjstvom nije drukčije. Među hrpteničnjacima, koji su danas po svim dijelovima svijeta rašireni, nema ovdje jošte niti traga sisavcima i pticama. Od vodožemaca i plazavaca ima ovdje samo nekoliko vrsta, pa se i te pojavljuju tek u zadnjem odjelu ove dobe, dok su se samo ribe u većoj množini pojavile. Niže životinje su ovdje najbolje zastupane i to korali, iglaši (Echinodermata), mekušci i člankonošci.

Podneblje u paleozojsko doba bilo je posvuda toplo, nije bilo još onih razlika, što ih danas na zemlji imamo. Jedino tim možemo protumačiti tu pojavu, što su pojedini rodovi i familije, koje su u to doba bile po cijeloj zemlji raširene, veoma slične bile, pače da su iste vrste (na pr. neki korali i mekušci) živjele u najudaljenijim krajevima, u sjevernoj Rusiji i u sjevernoj Americi, na Kapu, u Australiji i u Evropi. Posve jednolično životinjstvo i bilinstvo širilo se je po svim morima i po malenim, niskim kopnenim otocima.

Ovo doba dijeli se na četiri glavne formacije: 1. silursku[1]), 2. devonsku[2]), 3. kameno-ugljenu i 4. permsku[3]) formaciju ili dias[4]). Ove formacije nazivlju se još i primarne formacije.

U evropskoj Rusiji nalazimo sve četiri ove formacije jednu na drugoj, i to u pravilnom i gotovo posve neporemećenom položaju. U Alleghanu u sjevernoj Americi razvio se cijeli ovaj niz izuzevši permske formacije. U Češkoj nalazimo silursku i devonsku formaciju sa svojim morskim naslagama osobito lijepo razvijenu, a kameno-ugljena i permska se formacija pojavljuje samo u pojedinim odijeljenim mjestima i to u slatkovodnim i kopnenim naslagama.

[1]) Siluri, starinski narod u Engleskoj. [2]) Po grofoviji Devonshire u Engleskoj. [3]) Po guberniji Perm u Rusiji. [4]) gr. dyas, dvojina.

Silurska formacija jest od svih najbogatija na zlatu. Zlato je tu priraslo uz kremene žice, a odavde je ono sneseno u naplovljenu zemlju. Stari zlatni rudnici u Wale[illegible], ispirališta zlata na Uralu, australsko zlato potječe iz silurske formacije. Osim toga su silurske naslage bogate željeznim rudačama (Štajerska, Češka) i olovnim sjajnikom (Přibram). Soli i sadre ima ovdje malo.

I devonska formacija ima mnogo rudača, ali mjesto zlata ima ovdje u obilju srebrnih, olovnih, živinih (Almaden), tutijinih i željeznih ruda. Kameni se ugljen i petrolej počinje ovdje već u znatnijoj množini pojavljivati. Petrolej u Pennsylvaniji potječe iz ove formacije.

Kameno-ugljena ili karbonska[1]) formacija obiluje ugljenom. Ugljen se nigdje tako dobar (ugljac i crni kameni ugljen) i u tolikoj množini ne pojavljuje. U našoj monarkiji razvio se kameni ugljen ponajviše u Češkoj, Moravskoj, Sleskoj i Galiciji, a neznatno malo u Ugarskoj i Dalmaciji, kako se to iz slijedećeg prijegleda vidi.

Češka. 1. U srednjoj i zapadnoj Češkoj: kod Šlana, Rakonica i Kladna, te kod Plznja; 2. u sjevero-istočnoj Češkoj: na podnožju Krkonoša; 3. u Rudogorju: kod Brandana.

Moravska i Šleska, Brno i Ostrava.

Galicija, Javorzno, Dombrowa, Siersza.

Štajerska. Kod Turacha u Wechzirm-alpe.

Ugarska. U Banatu malene množine kod Szekula i Eibenthala.

Dalmacija. Kod Graba maleni sloj paklinasta ugljena.

Permska formacija obiluje bakrenim rudačama (Njemačka u Durinškoj šumi i na Harzu, Rusija), te ima naslaga sadre i kamene soli.

[1]) lat. cârbo, ugljen.

Najvažnije biljke i životinje paleozojske periode (tabla II. str. 177).

O prvom početku organska života na zemlji ne znamo upravo ništa. Već najstarije kambrijske naslage, u kojima ima okamenina, pokazuju veliku raznoličnost oblika, pa iz toga zaključujemo, da se je već dugo pred tim morao na zemlji razviiati život, od koga ne nađoše nikakvih tragova.

Biljke:

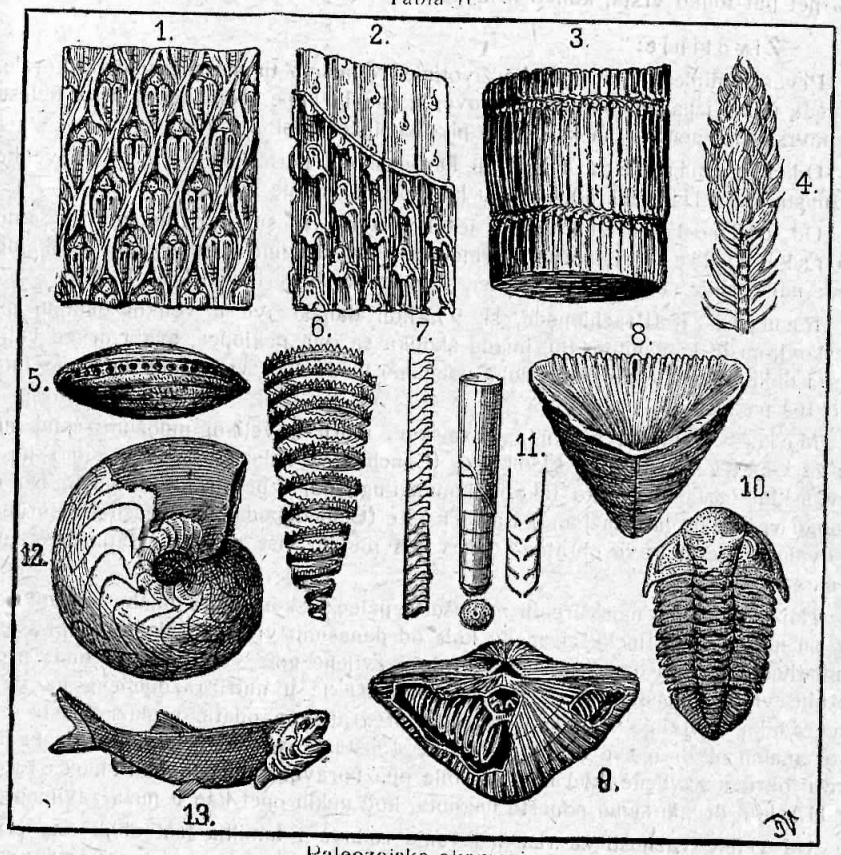
Prve biljke bile su morske biljke: morske naluge i resine. Biljke su se u najvećoj množini razvile u kameno-ugljenoj formaciji. U prvom redu bile su to gorostasne crvotočine (Lycopodiaceae), sigilarije i lepidodendra. Sigilarije imale su stubastu visoku stabljiku, koja je bila samo gore ponešto razgranjena,

Primarne se formacije ovako razdjeljuju:

4. Permska formacija, dias, ili bakreno gorje. Doba cakloljusaka nesimetrijskog repa, prvih vodozemaca i plazavaca.	b) Gornji odio (pješčenici, bakreni škriljavci, vapnenci i dolomiti s uklopljenom sadrom i slankamenom).	Prvi vodozemci (Archegosaurus, praotac guštera) i plazavci (Proterosaurus) mnoge ribe hrskavače s nejednako razdijeljenom repnom perajom (Palaeoniscus itd.), mnogi brahiopodi
	a) Donji odio (pješčenici, porfiri i melafiri).	Mnogo okamenjeno drvlje od paprati, palma i četinjača.
3. Kameno-ugljena ili karbonska formacija. Doba tajnocvjetaka, prvih pauka i kukaca.	b) Gornji odio) (pješčenici, škriljava glina i ugljen). Produktivni odio.	Kopnene tajnocvjetke: Lepidodendron, Sigillaria, Calamites, paprati i prve četinjače. Prvi pauci i kukci.
	a) Donji odio (vapno, pješčenici, brusilovci. Gorsko vapno ili ugljevito vapno, gajtalske naslage u Alpama: kulmske naslage.	Trilobiti bivaju rjeđi. Vrlo raznovrsni stapčari (Crinoidea)
2. Devonska formacija ili mlađe prelazno gorje. Doba riba oklopnjača i prvih kopnenih biljaka.	c) Gornji odio (vapnenci, lapor i glineni škriljavci)	U starom crvenom pješčeniku (u Škotskoj) ribe oklopnjače.
	b) Srednji odio (vapnenci i lapor).	Kopnene tajnocvjetke. Korali, morski ljiljani, mekušci (goniatiti), trilobiti.
	a) Donji odio (drobnjak, pješčenik i brusilovac).	
1. Silurska formacija, ili starije prelazno gorje. Doba trilobita i graptolita.	c) Gornji silurski odio (vapnenci, pješčenici i škriljavci).	Morske haluge, korali, graptoliti, morski ljiljani, mekušci (nautili i brahiopodi), trilobiti i prve ribe.
	b) Donji silurski odio (kremenjaci, brusilovci).	
	a) Kambrijske naslage (gromače, pješčenici, kremenjaci i brusilovci).	Trilobiti (raci) remenari, Oldhamia antiqua (morska haluga ili zoofit) najstarija okamenina, tragovi od crvi.

te gustu krošnju s uskim dugim lišćem. Kora na stabljici bila je po duljini ubrana i puna listovnih bradavica krugljasta ili šestostrana oblika. Poredane ove bradavice nalikuju na pečatne otiske, pa odatle biljci ime (sl. 2.). Lepidodendra (sl. 1., 4.) imala su rompske bradavice. Stabljike im se gore razgranjuju, te su naokolo osute dugim, tvrdim iglastim lišćem. Grančice završuju čunjastim češe-

Tabla II.



Paleozojske okamenine.

1. Lepidodendron. 2. Sigillaria. 3. Calamites. 4. Vršak grančice od Lepidodendrona. 5. Fusulina. 6. i 7. Graptolithi 8. Koralj Calceola sandalina. 9 Spirifer striatus. 10. Dalmanites (trilobit). 11. Orthoceras. 12. Goniatites. 13. Palaeoniscus iz permske formacije.

rima, koji po obliku mnogo nalikuju na češeraste trusnike današnjih crvotočina. Današnje su crvotočine malene, puzave biljke, od kojih samo gdjekoje u tropskim krajevima dosegnu visinu od 1 metra. Sigilarije i lepidodendra narasla su po 6—18 metara, a od zadnje vrste našli su stabljike, koje su bile 4 metra u opsegu i preko 30 metara visoke.

Današnjim vrstama bili su mnogo sličniji kalamiti, što ih u velikoj množini nalaze u naslagama kameno-ugljene formacije. Bile su to gorostasne, drvolike preslice. Stabljike su im bile člankovite i po duljini ubrane, a lišće u pršljenu poredano (sl. 3.).

Pod ovim gorostasima rasle su po šumama silne paprati u vrlo raznovrsnim oblicima. Samo po onom, što se je po evropskim rudnicima našlo, znade se, da je bilo pet put toliko vrsta, koliko ih danas (60 vrsta) ima.

Životinje:

Prve životinje bile su morske životinje. Nalazimo tu morske spužve, korale, a među njima i najčudnovatije stvorove, graptolite. Njihova su uska tjelesa raznovrsna zavinuta, a na kraju kao pila nazupčana (sl. 6 i 7.).

Od foraminifera bile su u karbonskoj i permskoj formaciji od velike važnosti fusuline (sl. 5.), koje su kadšto bile znatne veličine.

Od ehinodermata (iglaši, ježokošci) razvili su se ovdje gotovo samo morski ljiljani (stapčari, Crinoidea). Na drugim, člankovitim stapkama sjede najkrasnije peterostrane glavice. (Srodne vrsti na tabli III. sl. 1., 4.)

Ramenari (Brachiopoda, sl. 9.), koji danas žive u velikoj dubljini na pjeskovitom ili kamenitom tlu, imadu školjku sa dva poklopca, svaki druge veličine i oblika. Iz paleozojskoga doba poznamo ih do 4000 vrsta, dok ih danas ima oko 100 poznatih vrsta.

Mekušci bijahu već u paleozojskom moru u velikoj množini zastupani. Puževe (Gastropoda) i školjke (Conchifera) nalazimo već u silurskim i devonskim naslagama, isto tako u kameno-ugljenoj i permskoj formaciji. No u mnogo većem broju nalazimo krakonoše (Cephalopoda). U današnjim morima je ovaj razmjer upravo obratan: danas ima mnogo više puževa i školjaka nego krakonoša.

Najznamenitiji i najrašireniji mekušci u paleozojskom moru bijahu krakonoše. To su najsavršeniji mekušci, među koje od današnjih vrsta ubrajamo na pr. sipe i nautiluse. Dok su danas u većem broju razvijene gole vrste, bile su onda pretežnije vrste u ljušturama. Ljuštura krakonoša je u nutri razdijeljena na više pregradaka. Životinja stanuje u gornjem pregratku, a odatle prolazi žilasti rep kroz malen otvor u sve druge pregratke. Ljušture ovih izumrlih vrsta ne biahu sve u okrugu zavijene, kod nekih je bila ona upravna, klinasta (Orthoceras, sl. 11.), kod drugih samo ponešto nagnuta, kod nekih opet kao u puža zavijena.

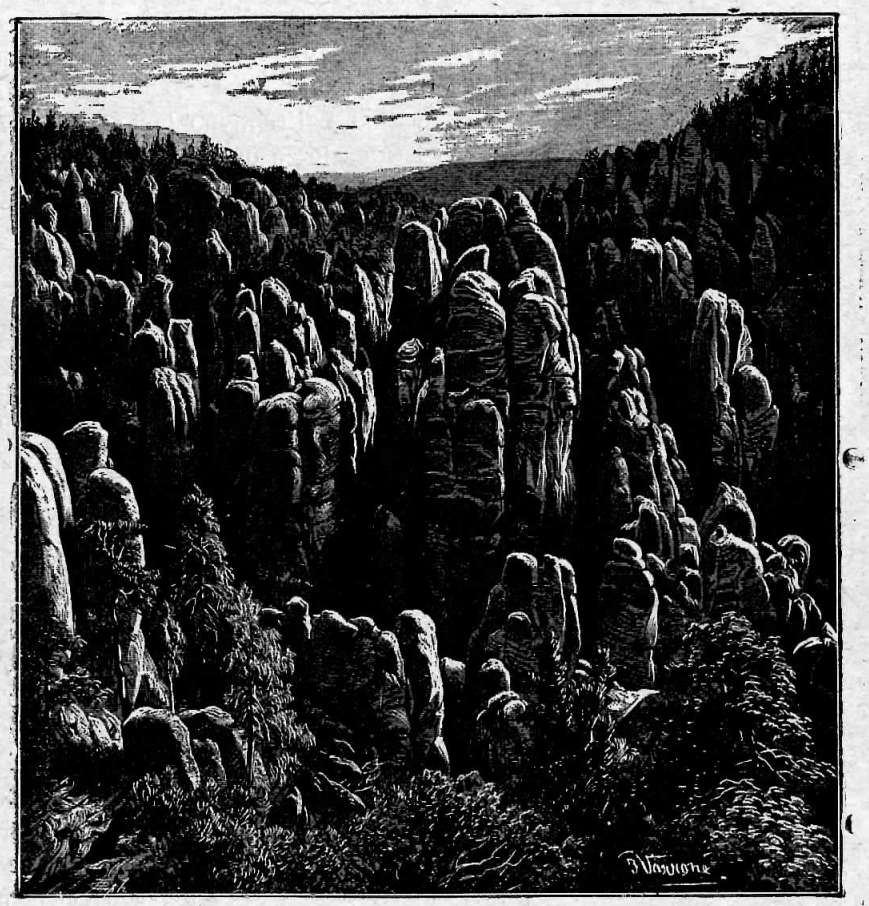
Od velike važnosti za raspoznavanje rodova i familija jest oblik one crte (lobus), kojom je nutarnji pregradni zid na vanjsku ljušturu prirasao. Kod okamenjenih ljuštura, koje su kamenom ispunjene, vidi se ta pregradna crta, čim se gornja ljuštura odstrani. Kod jednih vrsta je ona ravna ili valovito zavinuta, kod drugih opet raznovrsno zubasto isprevijana (sl. 12.).

Trilobiti[1]) ili trolapnjaci idu u red člankonoga, a u razred raka. Životine te izumiru već u permskoj formaciji. Od njih se sačuvala kamena jezgra ili rožnato vapneni oklop. Tijelom im prolaze dva ubora, koja tijelo dijele na tri lapa (sl. 10.). Osim toga je tijelo još i poprijeko na tri dijela odijeljeno: na glavu, hrbat i zadak (rep). Tijelo im obično nije bilo dulje od 3 *cm*, gdjekoje samo

[1]) gr. trilobos, trolapan.

vrste bijahu oko 0·3 *m* duge. U najvećoj množini živjeli su trilobiti u silurskoj formaciji. Dosad je poznato preko tisuću vrsta, a nekoliko stotina samo iz češkoga silura

Sl. 221.



Pećine pješčenika kod Adersbacha u Češkoj.

Ribe oklopnjače razviše se u najvećoj množini u devonskoj formaciji. Tijelo im je bilo cijelo ili samo djelimice pokriveno velikim pločama, kako ih danas kod riba nigdje ne nalazimo. U permskim škriljavcima kod Monsfelda nalaze veliku množinu otisaka od cakoljuskara (Ganoidei) s nejednako razdijeljenom repnom perajicom (sl. 13.).

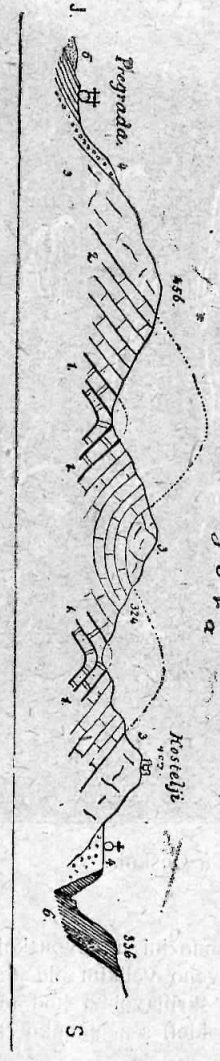
U najmladim paleozojskim naslagama pojavljuju se i vodozemci.

Treće doba.

Mezozojska perioda ili srednji vijek.

U ovaj dio geološkog razvoja naše zemlje ubrajamo sekundarne formacije, koja se na troje dijele: na triasku, jursku i kredinu formaciju (ili u kratko trias, jura i kreda). Ovdje se raznovrsno izmjenjuju naslage morske i slatkovodne, kopnene, obalne i naslage dubokog mora. Eruptivno je kamenje ovdje rijeđe, kao da je za ovog doba veći mir vladao. Po rasprostranjenju sekundarnih formacija možemo zaključiti, da je razdjelba kopna i mora bila posve drukčija, nego za paleozojske periode.

Sl. 222.



Profil kroz Kuna-goru u Zagorju.
1. Werfenski škriljí i guttensteinski vapnenac (trias), 2. tamni dolomit (trias), 3. svijetli dolomit (trias), 4. Hlavski vapnenac, 5. kongerijske naslage, 4. i 5. tercijar, 6. eruptivno kamenje.

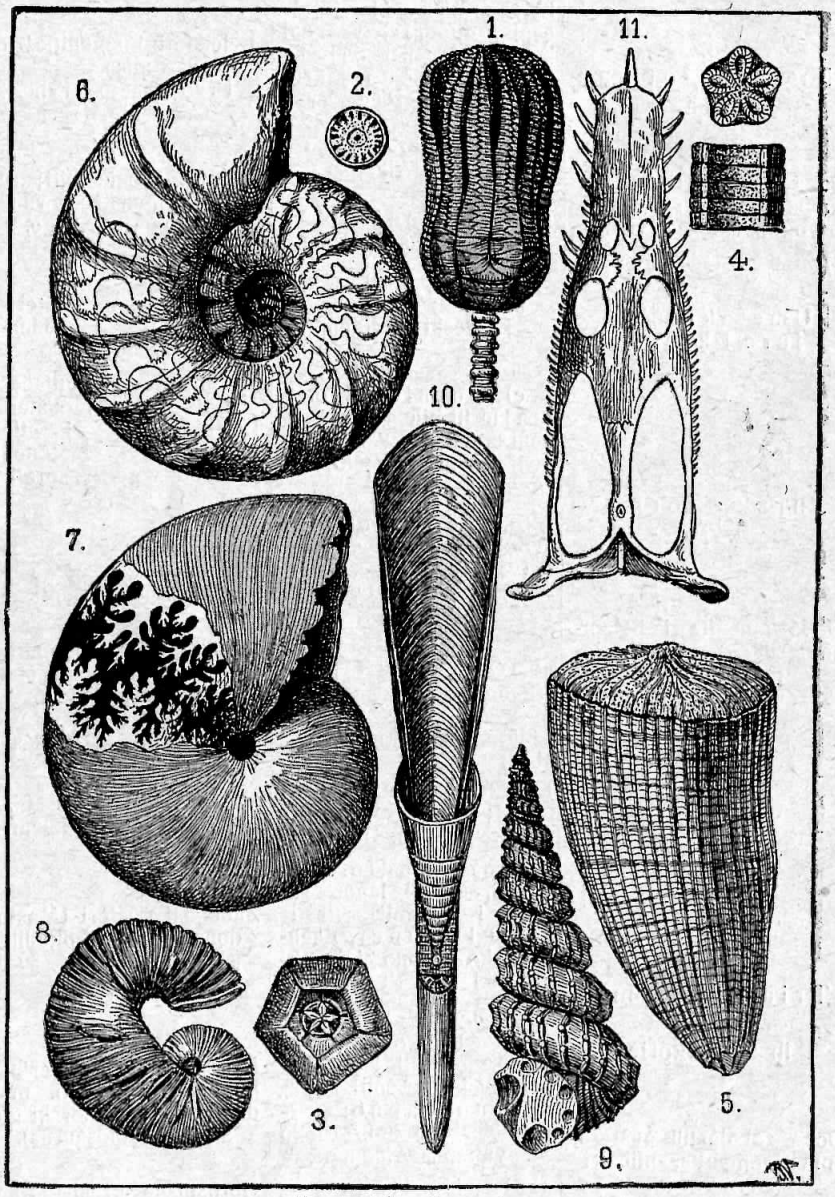
Organski svijet se u ovo doba znatno promijenio. Sigilarije i lepidodendra izumriješe posve. Uz preostale paprati i preslinjače pojaviše se u triasu najjednostavnije cvjetnate biljke: cikadeje (sagovci) i četinjače, a u juri jednosupnice: pandane i palme, pa za tim u kredinoj formaciji prvi zastupnici današnjih biljaka s potpunim cvijetom: lisnato drvlje i grmlje (dvosupke) na pr. vazda zeleni hrastovi, smokve itd. Među člankonošcima izumriješe trilobiti, a mjesto njih se pojaviše dugorepi raci (Macrura) i prvi kratkorepi raci (Brachiura). U najvećem broju razviše se ovdje mekušci, a među njima osobito krakonoše (najznamenitiji rodovi ceratiti, amoniti i belemniti, koji u ovoj periodi i izumiru). Među ribama nalazimo mjesto prijašnjih vrsta s nejednakim repom hrskavače s pravilnim repom i onda prve prave koštane ribe. Najznamenitije životinje ovog doba jesu plazavci, a među njima gušteri. Od viših hrpteničnjaka susrećemo ovdje prve tragove ptica, a od sisavaca zastupan je ovdje razred tobolčara.

U raznim krajevima razvile su se mezozojske formacije mnogo različnije nego paleozojske formacije.

Sekundarne formacije dadu se ovako razrediti:

3. Kredina formacija. Doba rudišta (hipurita), amonitnih nuzvrsta i prvog lisnatog drvlja.	b) Gornji odio (pješčenik, glineni i vapneni lapori, vapnenci, bijela pisaća kreda s kresivcem itd.) Pläner i pločevci; Gosauska formacija i hipuritno vapno u Alpama.	Belemniti i amoniti izumiru. Prvo lisnato drvlje.
	a) Donji odio (vapnenci, pješčenik, glina, lapor).	Amoniti i belemniti; rudisti; Hipurites cornu vaccinum; oštrige.
Umetak između jure i krede.	Engleski wealden.	Veliki kopneni gušteri (Dinosaurii; Iguanodon itd.).
2. Jurska formacija. Doba amonita i belemnita, ribljih guštera i letećih guštera.	c) Gornji odio, malm ili bijela jura (glineni lapor, vapnenci, vapneni ikrevci, dolomiti, pločasti vapnenci).	Prve ribe koštunjače, kornjače, leteći gušteri (Pterodactylus) i ptice (Archaeopteryx). Mnogi grebene gradeći korali i spužve.
	b) Srednji odio, dogger ili smeđi jura (vapnenci, pješčenici, glina, lapor, željezni ikrevci).	Tobolčari u engleskom doggeru. Najveći belemniti.
	a) Donji odio, lias, ili crni jura (vapnenci, pješčenici, glina, lapor i bituminozni škriljavci).	Pentakriniti, belemniti, amoniti i morski gušteri (Ichtyosaurus, Plesiosaurus). Bilinstvo sastoji od tajnocvjetaka, četinjača i cikadea.
Granične naslage između jure i triasa.	Koštane naslage (bone-bed); (lap. vapnenci i pješčenici).	Microlestes antiquus (najstariji sisavac tobolčar).
1. Triaska formacija, ili solno gorje. Doba žabnjastih guštera, prvih amonita, ptica i sisavaca.	c) Gornji odio (pješčenici, šareni lapor, sadra i dolomit). Ilasti ugljen i keuper, dachsteinsko vapno i dachsteinski dolomit (alpinski keuper).	Žabnjasti gušteri (Mastodonsaurus) i krokodili (Belodon).
	b) Srednji odio (vapnenci, dolomiti, lapor, sadra i naslage soli). Ljušturno vapno; guttensteinsko i hallstattsko vapno u Alpama.	Morski ljiljani (Encrinus liliiformis), ceratiti, prvi dugorepi raci, morski gušteri (Nothosaurus).
	a) Donji odio (gromače, pješčenici i lapor). Šareni pješčenik; werfenske naslage u Alpama.	Gorostasne preslice, češerne palme (Cycadea) i četinjače. Otisnute stope žabnjastih guštera (Labyrinthodonta).

Tabla III.



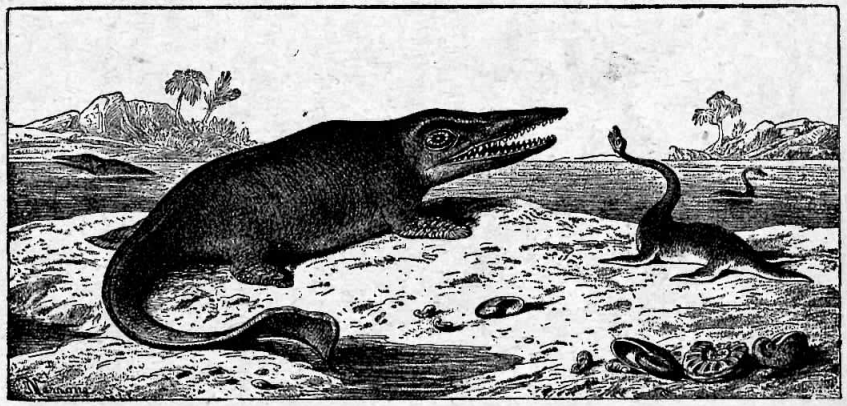
Mezozojske okamenine.

1. Encrinus liliiformiis. 2. Jedan članak drška. 3. Čaška odozdol. 4. Pentacrinites. 5. Hippurites cornu vaccinum. 6. Ceratites nodosus. 7. Phylloceras. 8. Scaphites. 9. Turrilites. 10. Belemnites. 11. Nothosaurus.

U južnoj i srednjoj Njemačkoj sastoji trias: 1. od šarena pješčenika, koji se složio nad permskim vapnom, za tim 2. od ljušturna vapna, te napokon 3. od keuperovih pješčenika s ugljenom, na kom se je onda poslagalo jursko kamenje. U Alpama razvio se trias poglavito u obliku ogromnih naslaga vapnenaca i dolomita, koje tvore glavni sastavni dio sjevernog i južnog niza u istočnim Alpama. U sjevernim Alpama nose te naslage znamenite slojeve soli (sol kod Ischla, Aussea, Halstatta, Haleina, Reichenhalla, Berchtesgadena i Halla u Tirolskoj). Rumenica u Idriji i u Tršću pripada triasu.

Jurska se formacija osobito lijepo razvila u jugozapadnoj Njemačkoj, u Švicarskoj, u Franceskoj i u Engleskoj.

Sl. 223.



Ichtyosaurus. Plesiosaurus.

Pisaća kreda razvila se u najgornjem dijelu kredine formacije, ali samo na nekim mjestima. Mi je poglavito nalazimo na otoku Rügenu, u Danskoj, u sjevernoj Franceskoj i u južnoj Engleskoj. Pješčenasti ili glinenasti vapnenci jurske formacije u Češkoj i Saskoj nazivaju se plänер, a ogromne i veoma raširene naslage kredina pješčenika pločevcem. Pješčenik ovaj puca kockasto (sl. 220.) i daje lijepe kockaste ploče za gradnju. Od iščičkanih i raspucanih pećina ovoga kamena dobile su mnoge okolice u Češkoj i Saskoj poseban lik.

Trias u Hrvatskoj razvio se u obliku werfenskih škriljavaca, te vapnenaca i dolomita (sl. 221.), a na njem leže poglavito u Dalmaciji vapnenci jure i krede.

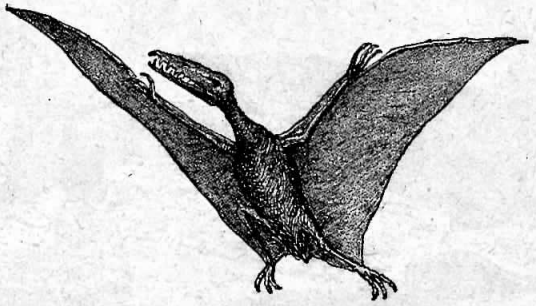
Najvažnije životinje mezozojske periode (tabla III str. 182).

Među mekušcima su se u mezozojskoj periodi u izvanrednoj raznoličnosti razvili krakonoše i to poglavito rodovi ceratiti, amoniti (sl. 7.) i belemniti (sl. 10.).

Kod ceratita (sl. 6.) jest pregradna crta valovito isprevijana, a zavoji su samo na stražnjem dijelu fino pilasto nazupčani. Kod amonita (sl. 7.) je pregradna crta svuda naokolo nazupčana. U Alpama se amoniti pojavljuju već u ljušturnom vapnu, dok se u drugim krajevima nalaze amoniti u većem broju tek u donjem odjelu jurske formacije. U kredinoj formaciji pojavljuju se uz prave amonite neke nuzvrste, kržljavi amoniti s vrlo nepravilnim zavojima (scaphiti sl. 8., turriliti sl. 9. itd.). Svršetkom kredine formacije izumiru amoniti posve.

Belemniti se nalaze kao i amoniti samo u mezozojskoj periodi, a najznamenitiji su za jursku formaciju. Bijahu to krakonoše bez ljušture, nalik današnjim sepijama. Od njih nalaze samo dugoljasti, čunasti klin (sl. 10.), koji je bio dolje ponajviše šiljast, a gore čunasto uduben; u toj šupljini stoji pregraden čun.

Sl. 224



Pterodactylus

Od plazavaca bili su u liasu od osobite važnosti morski gušteri Nothosaurus (sl. 11.), Ichtyosaurus i Plesiosaurus.

Riblji gušter (Ichtyosaurus, sl. 223.) bio je gorostasna morska neman Dug je bio 10 i više metara. Velika glava (¼—⅛ tijela) sjedjela na kratku vratu, pa se je kao u delfina suzivala u šiljastu gubicu. U udubinama po čeljusti bili su čunasti, isprutani zubi. Noge su bile razvijene kao plitve, a sastojale su se od mnogo uglastih koštanih ploča. Dugi rep svršavao je po svoj prilici sa širokom ispravljenom perajom. Životinja je disala na pluća, nije imala oklopa, ali je ipak bila užasan grabežljivac, koji je poglavito živio od riba i mekušaca.

Uz njega je živio u moru nešto manji, dugovrati Plesiosaurus (sl. 223) Glava mu je bila kao u guštera, vrat kao u zmije, tijelo kratko i valjkasto, plitvice dulje i uže, a rep kratak bez peraja.

Leteći gušteri (Pterodactylus, sl. 224.) bijahu plazavci veliki kao golub ili kao guska. Glave su bile velike i duge, u čeljusti imale su oštre šiljaste zube; rep im je bio kratak. Zadnji prst na prednjim nogama imao je četiri članka, a bio je produljen kao poletni prst kod naših slijepih miševa.

Ptica, što su je najprije god. 1861. a onda god. 1879. našli u Solnhofenu (Archaeopteryx sl. 225.), imala je rep, kakav nijedna danas živuća ptica

Sl. 225.

Archaeopteryx.

nema. U njem je bilo nanizano 20 dugoljastih repnih kralježnjaka (kao kod plazavaca), oko kojih su se pera parno poređala. Kralješci su dvodubni, a sve druge kosti šuplje.

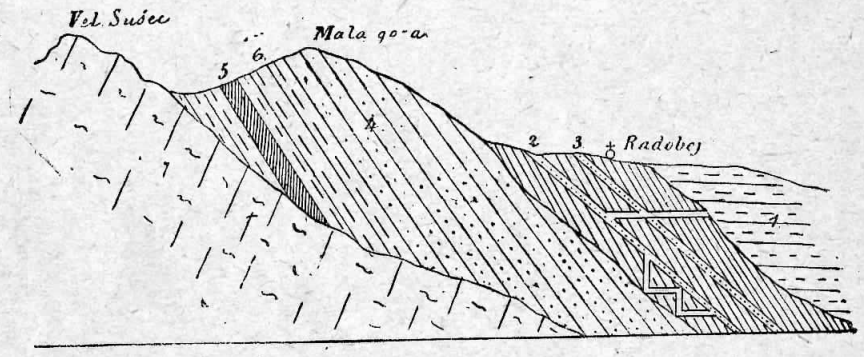
Četvrto doba.

Kenozojska perioda ili novi vijek.

Četvrtu dobu zemaljske prošlosti ispunjuje tercijarna formacija. Nju dijele obično: 1. na eocensku[1]) i 2. na neogensku[2]) formaciju. Kako se u ovim formacijama vrlo često izmjenjuju slatkovodne i morske naslage, to možemo zaključiti, da se oblik zemaljske površine vrlo često mijenjao. U tercijarno su se doba događale silne vulkanske provale; na površinu su izašle silne množine trahita, bazalta i drugog mlađeg eruptivnog kamenja.

Kamenje tercijarnih naslaga vrlo je raznovrsno Nalazimo tu tvrde gromače, jedre vapnence, pješčenike i škriljavce, a ima tu i mekih pješče-

Sl 226.



Eocen i neogen kod Radoboja.
1. gornji neogen; 2. donji, 3. gornji sloj sumpora u sarmatskom laporu; 4. litavski vapnenac i badensko ilo; 6. oligocenska glina sa ugljenom (5).

nika, prka pieska, gnječive gline. Morske naslage obiluju solju, sadrom, sumporom i petrolejem, a u slatkovodnim naslagama nalazimo mrka ugljena. Mrki ugljen tako je značajan za tercijarne naslage, da nazivaju ovo doba i mrko-ugljevitom formacijom. Željeznih ruda ima u tercijarnim naslagama malo; jedino nalaze ovdje neke vrste gnjede željezne rudače (bobovac).

U tercijarno doba pojavljuju se najsavršenije cvjetnate biljke u velikom obilju, a uz to bilinstvo vidimo i veliku množinu sisavaca.

Za tercijarno doba bila je Evropa ispresijecana mnogim morskim zalivima. Razdjelba izmedu kopna i mora bila je znatno različita od da-

[1]) ge. eos, zora; kainos, nov. [2]) gr. neos, nov; genesis, postanak.

našnje. Znamo, da se je s jedne strane u nekim odsjecima Sredozemno more širilo od Atlantskoga oceana sve do pod Himalaju, dok su opet s druge strane bili kopnenim mostovima spojeni kontinenti, koji su danas rastavljeni, tako sjeverna Amerika s Evropom i Azijom, isto tako Evropa sa sjevernom Afrikom, a Afrika sa Indijom i južnom Amerikom. Po bujnom bilinstvu i životinjstvu, što je na tom kopnu uspijevalo, možemo zaključiti,

Tercijarne se formacije razdjeljuju u glavnom ovako:

2. Neogenska formacija[1]) (mlađa tercijarna formacija), ili mlađa mrko-ugljevita formacija.	c) Gornji odio. Slatkovodne i kongerijske naslage (šljunak, pijesak i glina). Belvederske i kongerijske naslage.	Druga velika rpa sisavaca: Mastodon, Dinotherium, Acetarium itd.
	b) Srednji odio. Sarmatske naslage (vapnenci, pješčenici, pijesak, glina). Ceritijski vapnenac i ceritijski pješčenik itd.; morske i djelimice brakične naslage.	Andreas Scheuchzeri (gorostasni salamandar) kod Oeningena na Bodenskom jezeru.
Doba mastodonta.	a) Donji odio. Mediterane naslage (vapnenci, gromače, pijesak, glina). Litavsko vapno itd. morske naslage.	U srednjoj Evropi: palme, bambus, lovor, smokva, topola, brijest, breza, magnolija itd.
1. Eocenska formacija (starija tercijarna formacija), ili starija mrko-ugljevita formacija.	b) Gornji odio, oligocen[2]) (vapnenci, pješčenici, glina, lapor itd.). Sadra na Montmartre, naslage s jantarom u sjev. njem. primorju itd.	Prva velika rpa sisavaca: Palaeotherium, Anoplotherium, itd.
Doba paleoteria i numulita.	a) Donji odio (vapnenci, pješčenici, glina, lapor itd.). Krupno vapno kod Pariza, londonska glina, numulitne naslage i flysch u Alpama i u Bosni.	Numuliti i halužine (fucoidi). U srednjoj Evropi posve tropsko bilinstvo.

da je u Evropi vladalo posve toplo podneblje. Svjedoče nam to vazda zelene šume, po kojima su rasle smokve, cimetnjaci (tab. IV. sl. 1.), kamfornjaci, lovorike, mirte i palme (tab. IV. sl. 2.), a govore za to i stanovnici tih šuma, kao što su tapirasti sisavci (tab. IV. sl. 5.), mastodonti, mošutnjaci i opice. A i morske životinje, ribe i mekušci govore, da je mo-

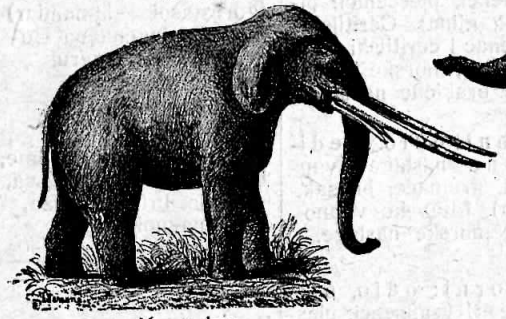
[1]) Razdijeljeno po razvoju u istočnoj Evropi. [2]) gr. oligos, malo.

ralo podneblje biti toplije, nego što je danas. Još na početku neogena nalazimo palme, mirte i vazda zeleno bilje u našim širinama, pače na Islandu, Grönlandiji i Spitzbergima rasle su tercijarne platane i magnolije uz lisnato drveće visokog stabla. Tokom neogena stala se je temperatura lagano snizivati i podneblje postajati sve sličnije današnjemu.

Eocenske naslage dižu se u Alpama i Karpatima još u samu goru. One tvore ovdje krajne dijelove toga gorja, te im donji dio sastoji poglavito od numulitnog[1]) vapnenca, a gornji dio od pješčanih i laporastih naslaga (flysch, veliki dio bečkog i karpatskog pješčenika). Kod nas se numulitno vapno poglavito razvilo u hrvatskom i dalmatinskom primorju, a pješčenici i lapori u Požeškoj gori, Maceljskoj gori, Banovini itd.

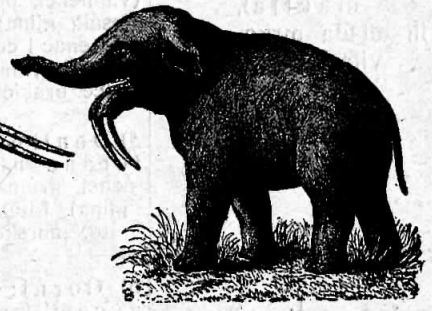
Naslage neogenske formacije ispunjuju poglavito doline i kotline, te se samo ponešto dižu u pomanje brežuljke (sl. 225.).

Sl. 227.



Mastodon.

Sl. 228.



Dinotherium.

Neogenske naslage obiluju korisnim rudama. Naslage soli u Galiciji (Vielička, Bohnija itd.), Ugarskoj i Solnooradskoj potječu iz neogena. Mrkog ugljena ima u nas kod Sinja i Turjaka, zatim kod Gradišća, Novske, Raića, Voćina, Kalnika, Radoboja, Tabora, Krapine itd. Sumpora ima kod Radoboja, željezne gnjede rudače u Samoborskoj gori, Slunjskim i Banovačkim brdima; lapora za hidraulijsko vapno u Fruškoj gori, petroleja kod Baćindola, Petrova sela, Mikleuške, Ivanića itd.

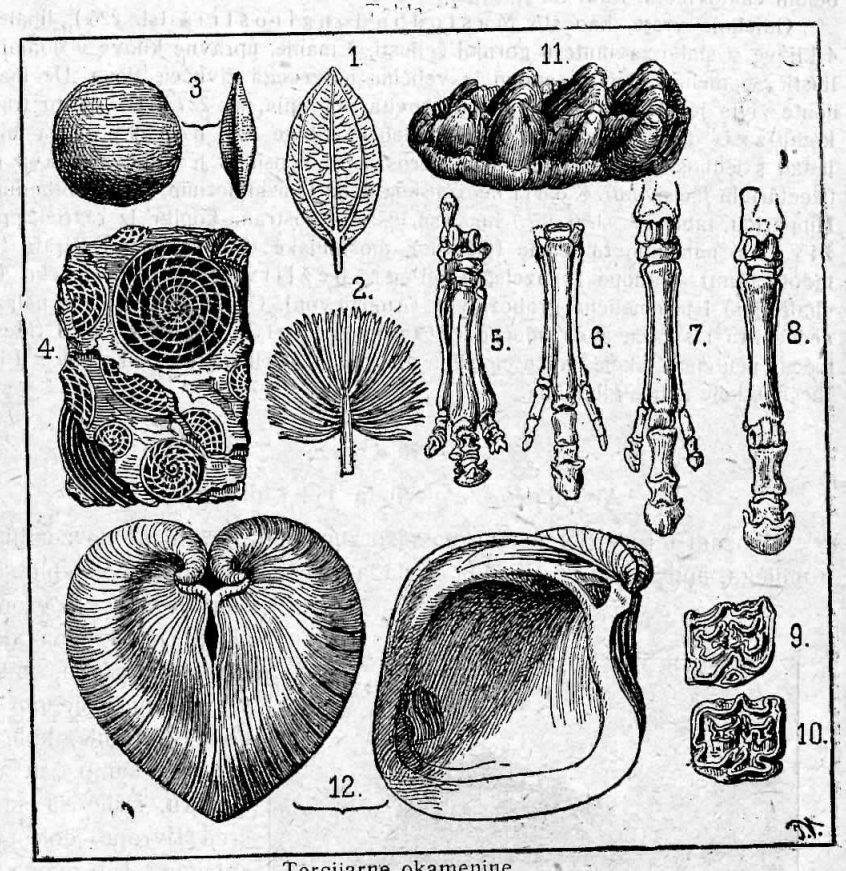
Eocenski sisavci.

Svi sisavci iz ovog doba već su posve izumrli. Po obliku svom stoje oni na granici između vodenih perajara-sisavaca i kopnenih papčara i kopitara.

Najvažniji sisavci su: Palaeotherium i Anchiterium, tapirom nalični s neparnim papcima; Antracotherium (ugljena životinja), svinji srodna životinja i dugovrati i dugorepi Anoplotherium (neoboružana životinja),

[1]) Numuliti su foraminiferi (tab. IV. sl. 3., 4.), koji nas svojim oblikom na novac sjećaju, otkle im i ime.

s parnim papcima. U eocensko doba nije bilo još pravih nosorožaca, konja, tapira, svinja i preživača; te se životinje tek pojavljuju u miocensko doba (donji i srednji neogen), ali eocenske životinje im već ponešto naliče. Osim spomenutih debelokožaca naći je u eocenskim naslagama već ostataka od glodavaca, grabežljivaca, netopira i opica.



Tercijarne okamenine.

1. List od cimetnjaka. 2. Lepezasta palma (list). 3. Numulit; 4. prorezan, da se vide unutrašnji pregraci; 5.—6. Stražnje noge lihopapčara; 5 . Palaeotherium (= stara životinja). 6. Anchitherium. 7. Hippotherium. 8. Equus, konj. 9. Kutnjak iz gornje čeljusti od Hippotheriuma; 10. isto od konja. 11. Vijenac od mastodontova kutnjaka iz donje čeljusti. 12. Congeria subglobosa iz bečkih kongerijskih naslaga.

Eocenski sisavci u Americi su u jednom dijelu nalični na evropske sisavce iste dobe, dok su drugi opet posebna obličja, te se mogu smatrati kao pretječe nekih oblika, koji se tek kasnije u Evropi pojavljuju. Dokazuje nam to, da se je savez između oba kontinenta više put mijenjao.

Neogenski sisavci.

Od najveće važnosti ovdje posve izumrle vrste slonova i nosorožaca. Slonovi neogenskog doba nemaju lisnato sastavljene kutnjake, kao što to imadu današnji slonovi, nego su im oni kvrgasti (tabla IV. sl. 11.), te obrasli debelom caklovinom. Radi tih kvrgastih zubi zovu se oni mastodonti.

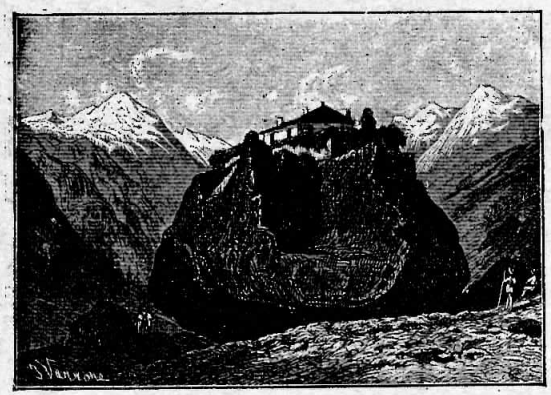
Gdjekoje vrste, kao što Mastodon longirostris (sl. 226.), imale su 4 kljove, 2 slabo zavinute u gornjoj čeljusti, 2 manje; upravne kljove u donjoj čeljusti. Spomenuti slon dosegnuo je veličinu najvećega živućeg slona. Uz mastodonte živio je Dinotherium (strahovita životinja, sl. 227.). Bio je to trupčar komu su iz donje čeljusti virile dvije debele kljove. Od nosorožaca bio je jedan s jednostavnim rogom (Rhinoceros sansaniensis) i jedan bez ikakva roga (Acetarium incisivum). Konji neogenskog doba (Anchitherium, te Hippotherium ili Hipparion, tabla IV. sl. 6. i 7.) imali su još dva postrana kopita. Iz razreda preživača nalazimo tu jelene (Cervus), mošutnjake (Palaeomeryx), žirafe (Helladotherium), antilope i gazele, a od grabežljivaca veliku mačku (Machairodus) i psu nalična grabežljivca (Amphicyon). Od glodavaca nalazimo već dabra i svisca, a od miocenskih evropskih opica dugorepe opice (Mesopithecus pentelicus), koje naliče morskim mačkama s Cejlona, dugoruke opice (Pliopithecus), koje naliče gibonima.

Peto doba.

Antropozojska perioda ili sadašnjost.

Koncem tercijarnoga doba nastaše znamenite promjene na zemlji. Iza toplijega, umjerenoga podneblja zavlada snježno i kišovito podneblje. Tercijarno bilinstvo propade. Gore, na kojima danas nema ledenjaka, pokriše se vječnim snijegom i ledom. Životinje, koje danas žive samo daleko na sjeveru, širile su se posred Evrope, dok nijesu polagano iza ovoga ledenog doba nastali odnosi, koji su još i danas. Da su se ove klimatske promjene na zemlji dogodile, zaključujemo po tragovima, što ih nalazimo po gorama i po dolinama. Po gorama nalazimo morene od negdašnjih ledenjaka, a po dolovima zabludjelo kamenje (sl. 229.). Zabludjelo kamenje jest često ogromne veličine i

Sl. 229.



Piere des Marmettes. Zabludjeli granitni kamen u donjem Wallisu. Sadržina: 2000 m^3; težina: 7½ mil. kilograma. Potječe sa Montblanca.

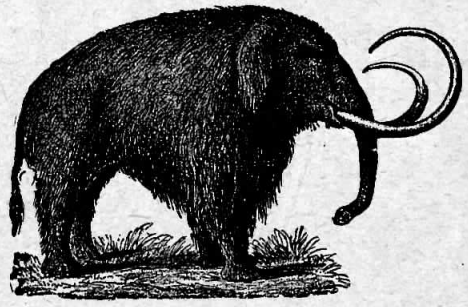
tako udaljeno od svoga prvotnog mjesta (zabludjelo kamenje u njemačkoj nizini potječe sa Skandinavije), da mi ovaj prijenos ne možemo drukčije pomisliti, nego na ledu. Morali su to biti ili ogromni plivajući ledeni bregovi, koji su dotično kamenje u najudaljenije krajeve prenijeli. U najmladem ovom odsjeku zemaljske povjesti pojavio se i sam čovjek na zemlji.

Naslage antropozojske periode nazivamo još kvaternarnim naslagama, a dijelimo ih ovako:

2. Aluvij Mlađe kvaternarne naslage.	Današnje slatkovodne i morske naslage, tresetišta, koralni grebeni, današnji vulkanski proizvodi.	Diluvijalna velika rpa sisavaca. Mamut, spiljski medvjed, sjeverni jelen, tur, moškatni bik, konj, golemi jelen itd. Prvi tragovi čovjeka u Evropi.
1. Diluvij. Starije kvaternarne naslage. Doba mamuta i čovjeka.	c) Postglacijalni odio. b) Ledeno doba. a) Preglacijalni odio (spiljska ilovača, löss, zabludjelo kamenje i kršje, naslage šljunka i pijeska).	

Diluvijalni sisavci.

Sl. 230.

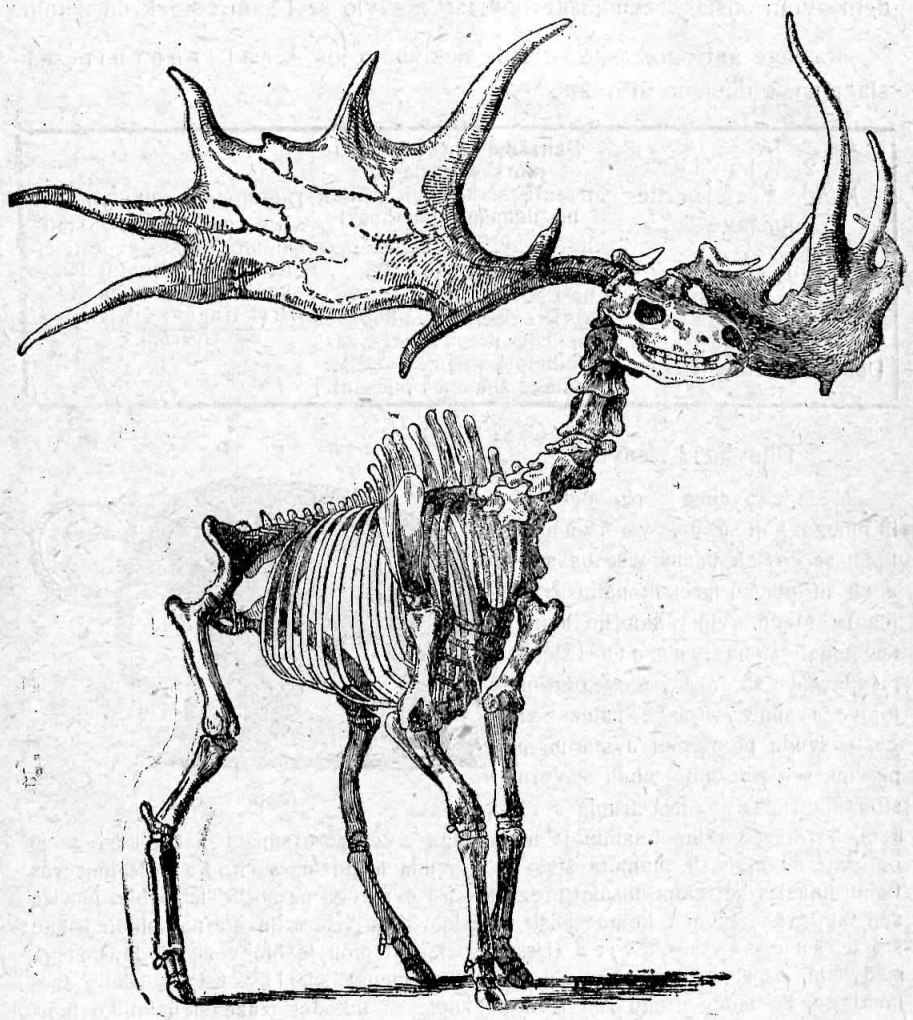


Mamut.

Među sisavcima ovoga doba ima ih mnogo, koji su posve izumrli, kojih se čovjek danas više ne sjeća; zovu ih obično pretpotopnim životinjama. Među ovima najprije nam je spomenuti slona mamuta (Elephas primigenius, sl. 229.), njegove ogromne kljove i silne kutnjake nalaze vrlo često svuda po Evropi u starijoj naplovini, a u smrznutoj obali sjevernih sibirskih rijeka i cijela trupla s dlakom, kožom i mesom (mamut je imao dugu crvenkasto smeđu dlaku, koja ga je od zime čuvala). Uz mamuta živio je posvuda jedan nosorožac (Rhinoceros tichorhinus) s koštanim nosnim pregratkom i dva roga na nosu. Uz to bilo je više spiljskih grabežljivaca, kojima kosti nalazimo ponajviše u ilovači po spiljama, kao što je spiljski medvjed (Ursus spelaeus), koji je bio veći od današnjega medvjeda, spiljski medvjed (Ursus spelaeus), spiljski lav (Felis spelaea) itd. Za jednu drugu rpu životinja, koje su također izuzevši nekoliko individua izumrle, dade se dokazati, da su izumrle u historijsko vrijeme, ili da ih je upravo čovjek utamanio. Ovamo ubrajamo neke velike životinje, što su ih stari Sloveni i Germani lovili, te o kojima je još spomena u pjesmi »Nibelungenlied«, kao što su: kratkorogi bizon (Bos bison); ur, divlji praroditelj našeg domaćeg goveda (Bos primigenius); los (Cervus alces) i gorostasni jelen (Cervus megaceras sl. 230.) s ogromnim rogovima, koji su se na 3—4 metra širili. Treći dio životinja ovoga doba povukao se iz naših krajeva na

sjever, gdje te životinje još danas žive, kao što je moškatni bik (Ovibos moschatus), sjeverni jelen (Cervus tarandus), koji je posvuda po srednjoj Evropi živio; leming (Lemnus norvegicus) itd. Napokon četvrti dio životinja,

Sl. 231.



Gorostasni jelen.

koji je već u doba mamuta s čovjekom živio, kao što je ris, divlja mačka, vuk, lisica, kuna, jazavac, konj i magarac, jelen i srna, svinja, dabar; vidra itd. nije se sve do danas u srednjoj Evropi od čovjeka odijelio.

U pampaskoj ilovači, koja po svoj prilici odgovara našem praporu (löss), našli su cijele kosture od gorostasnih krezubica (ljenjivci i pasanci), kao što je Megatherium, Mylodon, Glyptodon itd.

U zadnje vrijeme nađoše čovječje ostatke po spiljama, u jezerima i tresetištima, u raznovrsnim aluvijalnim i diluvijalnim naslagama. Uz čovjeka nađoše njegovo oruđe i oružje, a po tom razdijeliše prastaru prošlost čovjeka u Evropi u doba kamena oruđa, broncena oruđa i željezna oruđa. No ova tri odjela ne dadu se nikako razlučiti, jer su u mnogim krajevima davno već poznavali željezo, dok su se drugdje služili broncem ili kamenom, pa jer je vjerojatnije, da su ljudi prije poznavali željezo nego bronc, premda nam se po raznim nalazištima pričinja, da je bronc stariji od željeza. S dobom kovnoga oruđa stupamo u historijsko doba.

Koliko je vremena prošlo od ove dobe, kada se je na zemlji pojavio prethistorijski čovjek, koji još nije kovina poznavao, koji nije umio graditi trajnih stanova ni upitomiti domaćih životinja, nego je stanovao u spiljama i hranio se lovom, to ne možemo danas još ni približno ustanoviti, jer za to nemamo sigurnih podataka.

Sve nas pojave na to upućuju, da je već za diluvijalnog doba dobila zemlja današnji svoj lik, današnje podneblje i današnji organski svoj život. No mi znamo, geološko istraživanje nas je podučilo, da to nije posljednje stanje naše zemlje, jer da na nju neprestano djeluju sile, koje ju sveudilj preobražuju i mijenjaju. I proučavanje tih vječnih zakona, koji stvaraju i preobrazuju vasioni svijet, sveta je zadaća prirodnih znanosti.

MINERALOGIJA I GEOLOGIJA

SRBIJE I MACEDONIJE

U KOLIKO JE DOSADA POZNATA

DODATAK BISCHING-KIŠPATIĆEVOJ MINERALOGIJI I GEOLOGIJI ZA VIŠE RAZREDE SREDNJIH ŠKOLA.

SABRAO

BOGDAN BABIĆ

Predgovor.

Bogatstvo ruda u Srbiji i Macedoniji potaklo je g. nakladnika, da se odluči za ovaj dodatak. Naravno, da nije sabrano sve, jer krajevi zapravo nijesu tačno ni ispitani. Posluživši se u glavnom knjigama: Doelter Dr. C.: Die Mineralschätze der Balkanländer und Kleinasiens (Stuttgart 1916.), te Петковић Др. Влад. и Мил.: Геологија и минералогија за средње и стручне школе (Београд 1912.), mislim da sam sabrao sve što je od važnosti. Držim, da će ovo biti dovoljno, da naše učenike uputi u rudno bogatstvo Srbije i Macedonije. Ujedno bih želio, da se saopćenjima nastavnika ovaj pokušaj dotjera, te mognemo dati potpunu i cjelovitu sliku svih krajeva slobodne Jugoslavije. Zahvaljujem g. nakladniku, što me na rad obodrio, te želim, da se omladina ovim radom, što bolje okoristi.

Bogdan Babić

Nalazišta ruda u Srbiji.

Grafit.

Na Stolovima u kraljevskom okrugu, te kod Vratarnice u timočkom okrugu dolazi u škriljavcima i brusilovcima.

Sumpor.

Samorodan dolazi na Čuka Dulkanu, u Valakonji, Krivelju, Matarugama i Vranjskoj Banji. Naravno u malim količinama.

Bakar.

Uz bakarne rudače dolazi samorodan u okolini Kopaonika (Plana, Badanj, Suvo Rudište, Sipačina i Javor) i u Majdanpeku. — God. 1910. je dobiveno u Srbiji 5335 tona bakra.

Živa.

Uz rumenicu i zlatni amalgan dolazi samorodna na Avali.

Srebro.

Samorodno srebro nije nađeno, ali su mnoge rude srebronosne. Tako galenit, pirit, halkopirit, sfalerit. Rudače Bora i Majdanpeka imaju 3·2 do 26·4 g. srebra po toni. — U Srbiji je 1910. dobiveno 445 kg srebra.

Zlato.

Mnoge su rude (pirit, halkopirit, arsenopirit, galenit, rumenica, kalamina i limonit) redovito zlatonosne, a poglavito u porječju Peka, Mlave, Porečke i Timoka. Gorsko zlato dolazi u području Majdanpeka između Nerešnice i Majdanpeka u kremenim žilama uz galenit, halkopirit i sfalerit. Čim više galenita, tim više zlata. U rovu sv. Varvare dolazi u piritu do 280 g. ,u žutom kremenu 15·5 g. po toni. U galenitu dolazi 55 g. zlata i 670 g. srebra po toni. Na Deli Jovanu dolazi u piritima 0·003 do

0·0178%, a u galenitu 12·30 g. (sa 50·59 g. Ag i 22·40 g. Pb) po toni. Primarno zlato dolazi na Blagojevu Kamenu kod Kučeva. Zlatni amalgam je nađen u potocima, što teku sa Deli Jovana (Korbar, Boranac i Magiševac), a sadrži 29·02% Au, 6·88% Ag i 16·10% Hg. Zlatni amalgam dolazi i u dolini Peka. Isprano zlato je iz doline Peka i Timoka poznato iz davnih vremena. Kod Šuvaića je nađeno 0·2299 g., a kod Kušića 0·011 g. Au po toni pijeska. Između Blagojeva Kamena i Debelog Luga 0·348 g., a u dolini Šaške 0·1592 g. po toni. — Za zlato je Srbija dobila 1908. 648.000 dinara, a dobila ga je oko 155 kg.

Pirit.

Vrlo raširen i redovito srebro- i zlatonosan. Nalazišta: Bor, Morkov Kamen, Račevica, Krivelj, Zvezdan kod Zaječara, Aljin dol, Trnavica, Trstenik, Jasikova, Zlot, Avala, Ljuta Strana kod Ripnja, Rebelj (Brezovica sa 8—14% Cu), Majdanpek (sa 2·1—7·6 g Au po toni), Kučajna, Sipačina, Kopaonik, Lipnica, Grošnica. Vrlo se lijepi leci nalaze u Trudelju kod Rudnika.

Magnetna pakovina.

Aljin dol, Trnavica.

Greenockit Cd S. — Sipačina.

Millerit Ni S. — Uz druge rude na Avali.

Bakrena pakovina.

Glavni rudnici su Majdanpek, Bor, Rudnik i Kopaonik, ali dolazi i drugdje: Selanac na Drini, Sipačina, Stanca kod Lopatnice, Aljin dol, Trnavica, Jasikova, Ljuta Strana, Rebelj (Brezovica sa 8—14% Cu), porječje Peka, Markov Kamen, Metovnica i Zlot.

Šarena pakovina.

Majdanpek, Metovnica, Krivelj, Zvezdan kod Zaječara.

Nikelin.

Avala, Majdanpek, Sipačina, Studenica.

Smaltin.

Majdanpek, Sipačina.

Gersdorfit. Ni As S. — Aljin dol, Trnavica, Jasikova.

Löllingit. Fe As_2. — Jasikova.

Kobaltin.

Majdanpek, Sipačina.

Arsenova pakovina.

Jasikova, Sipačina. Osobito lijepi leci u Ljutoj Strani kod Ripnja.

Olovni sjajnik.

Ima ga mnogo i redovito je srebronosan. Selanac na Drini (0·2 do 0·237% Ag), Rudnik, Ripanj, kod Avale uz obalu niže Male Stijene, Kopaonik (0·034—0·076% Ag, a do 69% Pb), Ruplje (3—30 g Au, 30—70 g. Ag po toni i 13—66% Pb), Oštrozub, Kučajna (68% Pb), Niš. Kod Sipačine su slojevi 2 m. debeli. Dalja su nalazišta: Ljuta Strana, Zuče, Crveni Brg (sa 0·4308% Ag), Postenje kod Krupnja, Bor, Krivelj i Zlot. Rijeđe dolazi kod Majdanpeka, dok je na Čuki Dulkanu glavna ruda. U porječju Peka dolazi u kremenu. 1910. je Srbija producirala 1000 tona olova.

Antimonov sjajnik.

Krupanj (Dobri potok, 18—25% Sb), Zajača, Kostajnik kod Krupnja, Povljen, Rovine, Zavorić.

Bizmutin. $Bi_2 S_3$. — Aljin dol, Trnavica, Jasikova.

Bakreni sjajnik.

Majdanpek, Markov Kamen, Metovnica (Čuka Dulkan).

Skleroklas. PbS. $As_2 S_3$. — Čuka Dulkan.

Sinjavac.

Na Maloj Čuki dolaze bakreni sinjavci.

Enargit. Cu_3 As S_4. — Bor.

Luzonit. Cu_3 As S_4. — Čuka Dulkan, Krivelj.

Famatinit. Cu_3 Sb S_4. — Čuka Dulkan.

Tutijin blistavac.

Bor, Zlot, Majdanpek (akcesoran), Ripanj, Kopaonik, Ruplje, Oštrozub, Niš, Kučajna (41—55% Zu, 10 g. Au i 10—200 g. Ag po toni), Aljin dol, Trnavica, Ljuta Strana, Rudnik (0·012 g Ag, 0·0015 g Au po toni, te 4·57% Pb i 10—30% Zn), Selanac na Drini.

Rumenica.

Deli Jovan, Kortar potok kraj Koprivnice, Bare okrug kragujevački, Suvobor. Na Avali je rumenica glavna rudača.

Kovelin Cu S.

Glavna ruda u Boru, a druga su nalazišta: Markov Kamen, Čuka Dulkan, Zvezdan, Majdanpek.

Crvena bakrena rudača.

U kopaoničkom okrugu (Plana, Badanj, Suvo Rudište, Sipačina, Javor), Majdanpek, Metovnica kod Zaječara, Rebelj (Brezovica).

Melakonit ili Crna bakrena rudača. Cu O. — U Majdanpeku (rovovi: Jugović i sv. Andrija).

Crvena željezna rudača.

Kopaonik, Židilje kraj Senja, Košutnjak (južno od Ripnja). Željezni sjajnik dolazi na Mokroj Gori kod Čačka i kod Kupisišta.

Magnetit.

Glavna su nalazišta: Kopaonik (Veluče), Suvo Rudište i Vlasina, a manja: Suvo Rudo, Lopatnica, Čačak (Jelica, Jablanica), Rudna Glava (sa 0·04% Ag), Venčak kod Rudnika (sa Mn), Majdanpek (sa 1·45% Cu), Zlot (1·678 g Au i 22·360 g Ag po toni), Bučje (8 g Au i 26 g Ag po toni), Avala, Zlatibor, Mataruge, Savkovići, Sarani, rijeka Rup (63·74% Fe).

Kromit.

Avala, Tajac i Suvobor kod Čačka, na Troglav planini (Bogutovac, Lopatnica, Maglić i Dubočica), pijesak Veluče potoka kod Kopaonika, na Deli Jovanu i u ist. Srbiji Šikole-Vručina. Dolazi kod Raške, Kraljeva i u Šar-planini.

Spinel.

Čuka Dulkan.

Arsenit. $As_2 O_3$. — Čuka Dulkan.

Senarmontit. $Sb_2 O_3$. — Kao sekundarna ruda kod Kostajnika i Zavorića.

Valentinit. $Sb_2 O_3$. — Sekundaran kod Kostajnika i Zavorića.

Cervantit. $Sb O_2$. — Sekundaran kod Rovina, Kostajnika i Zavorića.

Bizmit. $Bi_2 O_3$. — Aljin dol, Trnavica.

Kremen.

Prilično raširen u prostijim oblicima, dolazi katkad kao jaspis, a na Avali i kao kalcedon. U Rakovičkom potoku i Matarugama nalazi se okremenjeno drveće.

Piroluzit.

Guberovac, Vrbica u kragujevačkom okrugu (42% Mn), Veliko i Malo Senje kod Dobre, Sip, Velika Kamenica, Kopaonik (Dragodan i Kremići), Jurović, kod Gradine i Kovačice (40—45% Mn) uz psilomelan. U Majdanpeku akcesorno.

Manganit.

Maglić i Mataruge na desnoj obali Ibra.

Psilomelan.

Rajić, Troglav, Kopaonik (sa 62% Mn), Radečki potok, Vrtljaje (2 m. debeo sloj sa 45—50% Mn), Gradina, Kovačica (sa drugim rudama 40—45% Mn).

Goethit.

Aljindol, Trnavica.

Gnjeda željezna rudača.

Kopaonik (Suvo rudište, Suvo Rudo), Čačak (Jelica, Jablanica), Kostraci, Topola, Dobra, Šarani jz. Rudnika, Rebelj, Košutnjak, Guberovac i Židilje. Zlatonosni su limoniti u Majdanpeku (poprečno 1·90% Cu, 30·2 g Ag i 0·3 g Au po toni) i kod Kučajne. Na Avali je limonit nuzgredna ruda. Bobovac dolazi na Kopaoniku, kod Guberovca i Ralje (uz prugu Beograd—Niš).

Kalomel. Hg Cl. — Ponešto je naden na Avali među drugim rudama.

Vapnenac.

Orbitolinski vapnenci na Tupižnici, u Svrljiškim Planinama, u Topčideru itd. Vapnenac sa ljušturama Requieniae dolazi u planinama istočne Srbije: Rtanj, Tupižnica, Kučaja, Svrljiške planine, zatim u Topčideru i drugdje. Gustog vapnenca ima dosta u istočnoj Srbiji, gdje tvori gore. Litografski vapnenac dolazi kod sela Struganika u valjevskom okrugu. Mramor dolazi najbolji kod Studenice, na Stolovima, Bukulji, kod Markovice, te kod Venčaka u rudničkom srezu, a crni kod Breznika na Kopaoniku. Šareni mramor dolazi kod Ropočeva i Batočine.

Dolomit.

Dolazi na Avali kao sporedna ruda.

Magnezit.

Dolazi na Avali kao nuzgredna ruda, u Stragarima, na Zlatiboru i Kopaoniku je jedar.

Ociljevac.

Aljin dol, Trnavica, Jasikova.

Tutijevac Zn CO_3.

Dolazi u Podrinskim Rudnicima (Podrinje, Kučajna).

Bijeli olovnjak.

Kučajna, Postenje kod Krupnja (sa 55—65% Pb).

Malahit.

Na Kopaoniku (Plana, Badanj, Suvo Rudište, Sipačina, Javor), Stanca kod Lopatnice, Veliki Tunel (Zvezdan) i Metovnica kod Zaječara, Aljin dol, Rebelj (Brezovnica) i Trnavica. Najvažnija su nalazišta Bor i Majdanpek.

Azurit.

Redovito uz ostale bakrene rude, a naročito kod Bora i u Majdanpeku, te u Stanci kod Lopatnice.

Anhidrit.

Čuka Dulkan.

Barit.

Na Čuka Dulkanu, a u Avali nuzgredna ruda.

Sadra.

Čuka Dulkan, kod Lipnice (kraguj. okrug) u većoj množini, manje u Valakonju (timočki okrug), Grošnici i Botunju (kraguj. okrug), kod Subotinaca blizu Aleksinca, u beogr. okrugu kod Vlaškog polja.

Halkantit. Cu SO_4. $5H_2O$. — Dolazi u Majdanpeku i kod Čuka Dulkana.
Brochantit. Cu SO_4. 3Cu(OH). — Čuka Dulkan.
Kalamina. — Kučajna (ponajviše 50—55% Zu).

Granat.

Pojavljuje se u škriljevcima, na Kopaoniku (Suvo Rudište i Veluće), te kod Stalaća i kod manastira Miljkova.

Tinjci.

Dolaze kao sastavni dio eruptivnog i taložnog kamenja.

Muskovit.

Na Plačkavici kod Vranja i na Crnome Vrhu kod Jagodine.

Biotit.

Kod Džepa i Krepoljima (Homolje).

Avalit.

(Ovo je tinjac muskovitna sastava sa nešto Cr.)
Nađen na Avali i kod Šuplje Stene.

Chabazit. Ca Al_2 Si_4 O_{12}. $6H_2O$. — Metovnica kod Zaječara.
Chrysokoll. Cu Si O_3 + aq. — Metovnica kod Zaječara.

Serpentin.

Dosta raširen oko Kosmaja i Avale, kod Zlatibora (užički okr.) kod Strgara (kragujevački), na Kopaoniku (kruševački), kraj Toplice (topličkí), te uz Ibar, zatim kod Rudnika, Rebelja, Viša, Mataruga, Savkovića i Sarana.

Azbest.

U Kotraži (kragujev. okrug) dolazi serpentinski azbest, koga upotrebljuju u vojnotehničke svrhe.

Berilj.

Na Ceru planini.

Ortoklas.

Sastavina kamenja, a u Krstatom Potoku kod Ripnja lijepi Karlovarski sraslaci.

Apofilit.

Metovnica kod Zaječara.

Kaolin.

Čuka Dulkan.

Asfalt.

Kod Kraljeva dolazi u škriljavcima i pješčenjacima blizu mjesta Janok-Starača. On je tu inpregnacija, a tvori 17% mase. Kod Vranje i Buštrenja blizu Aleksinca dolazi on u laporu, škriljavcima i vapnencima u žilicama ili kao prevlaka. Osušeni materijal daje 19% zemne smole, 70% sumpornog ostatka i 11% plina. Iz zemne smole dobiva se 15% petroleja, 15% solarskih ulja, 12% parafina, 15% strojnog ulja i 10% tamnog srednjeg ulja.

Kameni ugljen.

U brežuljčićima između donjeg tijeka Mlave i Peka (0·2—2·5 m. debele naslage), osobito kod Mišljenovca i Kladurova u požarevačkom okrugu. To je ugljen karbonske formacije. Iz liasa i krede potječu naslage kod Dobre na Dunavu (4 km. dug, a 1—10 m. debeo sloj), kod Miroča (30 km. dug 0·5—1—6 m. debeo sloj), kod Vrške Čuke nedaleko Zaječara (3·5 m. debeo). Kredinoj formaciji pripadaju i slojevi od Boljevca do vrha Tresibabe (45 km. dužine), kod Rtnja (5 m.), Bučja (4—6 m. deb.), Vina (3—6 m.), kod Sikola (8·5 m.), Podvisa (0·5—7 m.) i Orešca (1·5—3 m.) na Timoku, te u niškom, požarevačkom i vranjskom okrugu. Tercijarni ugljen dolazi kod Radenke (7·4 m.), Rakove Bare (10 m.), Stannice i Magudice na gornjoj Mlavi, kod Židija, Velike i Male Reke, te u Senjskom rudniku (4 i 6 m.), kod Aleksinca (4—5), Jelašnice kraj Niša (1·2 i 2·5 m.), te kod Požege i Jarandola (8 m.). U Senjskom Rudniku, Jelašnici i Ćićevcu je običan mrki ugljen. Lignit dolazi kod Kostolca, Klenovnika, duž Morave, kod Petrovca u dol. Mlave. Dolazi u Šumadiji, kod Kragujevca, u dolini Kolubare i Jadra, kod Mišače, Zvezdana u timočkoj kotlini (0·4, 2 i 4·34 m. debeli slojevi) i kod Lubnice. Srbija je 1910. producirala 42.000 tona kamenog, 120.000 tona mrkog ili smeđeg, te 52.000 tona lignita. Treset se pojavljuje u Vlasinskom Blatu.

Nalazišta ruda u Macedoniji.

Sumpor. Plešinci, Gerana dolina*.

Srebro. Samorodno ne dolazi, ali je trozga iz Krive Reke dala 20—60 g Ag po toni, a kod Kasisandre su srebronosne rudače.

* U literaturi se nalazi vrlo mnogo spominjano mjesto Alchar, kao nalazište, poglavito realgara i auripigmenta. Rude se te nalaze u Gerana dolini, a ime Alchar je nastalo od početnih slova firme, koja se eksploatacijom ruda bavila.

Zlato. Već od davnina ispirano je zlato u Markovoj Reci.

Pirit. Kratovo, Dugi Hrid, Pečevo, Povišnica (pritoka Tabacke rijeke), Bukovi kod Pečeva. Gerana dolina.

Bakrena pakovina. Dugi Hrid, Pečevo, Osogov (sa Ag), Povišnica (pritoka Tabacke rijeke), Bukovi, Zborsko.

Lorandit. (Tl_2 S. As_2 S_3) i **Vrbait** Tl As_2 Sb S_5), koje su važne radi počela talija, nađene su u Gerana dolini.

Galenit. Kratovo (sa Ag), Novo Brdo (sa 0·005—0·036% Ag i 5g Au po toni), Dobrova i Blizenska, Kala Rupa (sloj 2—4 m. debeo), Slegova, Zletovo, Dugi Hrid, Osogov (sa Ag).

Antimonov sjajnik. U Gerana dolini kod Negotina (sa 54 do 60% Sb.).

Kermesit. Sb_2 S_2 O. Gerana dolina.

Tutijin blistavac. Dugi Hrid.

Realgar. U Gerana dolini i kod Zborskog.

Auripigment. U Gerana dolini i kod Zborskog.

Crvena željezna rudača. Zborsko.

Magnetit. Osogov brdo na bugarskoj granici.

Cervantit. Sb O_2. Gerana dolina.

Stiblit. H_2 Sb_2 O_5. Gerana dolina.

Kremen. Kao sastavina kamenja.

Piroluzit. Zletovo.

Braunit. Dugi Hrid.

Psilomelan. Drugi hrid (Lesnovski monastir).

Limonit. Kratovo, Dugi Hrid, Gerana dolina.

Mramor. Kod Rozdana dolazi lijepi crni mramor.

Ociljevac. Blizenska.

Dialogit. Mn CO_3 (sa nešto Fe.) Blizenska.

Malahit. Drugi Hrid.

Sadra. Gerana dolina.

Lignit. Dobrova.

Petrolej. Između Bitolja i Kruševa, u Bučinu, kod Ohrida.

Nalazišta ruda u Crnoj Gori.

U mineraloškom pogledu nije Crna Gora ispitana, ali je poznato, da se na više mjesta u onim **vapnenim brdima pojavljuju »terra rossa«, boksit (beauxit) i asfalt. Bituminoznog ugljena** ima kod Berana, Nikšića, oko Lima, kod Podgorice, kraj Cetinja, u području Morače i Visojevića.

Smeđi ugljen dolazi kod Velestova.

Kamenje Srbije.

Granit dolazi na sjeveroistoku te u južnim okruzima, zatim na Bukulji, Kopaoniku i kod Tande (Krajina).

Sijenit spominju kod Suvog Rudišta, Mokre Gore (kod Čačka) i na lijevoj obali Ibra.

Diorita ima na rijeci Ždraljici kod Kragujevca.

Lamprofira ima oko Avale i Rudnika.

Dijabaz se pojavljuje na Maljenu i kod Staničenja (pirotski okrug).

Gabro dolazi na Deli Jovanu, Crnajki, na Ibru, kod Aljin dola i Trnavice.

Porfir je dosta raširen u vranjskom i topličkom okrugu, a manje na Rudniku, Avali i Jagodnji.

Trahit je naden na Glavnici kod D. Milanovca, na Avali, kod Kostajnika i u Jedovnik gorju.

Andezit se pojavljuje na Rudniku, Kopaoniku, Kotleniku i u Crnoj Reci. Dolazi kod Bora, kao stijena u vapnencu timočkog sreza, kod Krivelja, Majdanpeka, Kučajne, Velikog Tunela i Zaječara.

Dacit dolazi na mnogo mjesta. Rudnik, Ješevac, Golija, Petrova Gora, Bukovile, Majdanpek, Kučajna.

Propilit dolazi na Avali, Rudniku, Kopaoniku, u Podrinju, Kučajni, Majdanpeku.

Tonolit dolazi u Banjičkom potoku kraj Beograda.

Rijalit se javlja na Avali (Ljuta Strana i Crveni Brg).

Serpentin. Avala, Rudnik, Rebelj, Viš, Zlatibor, Mataruge, Savkovići, Sarani. (Vidi još pod serpentin u nalazištu ruda u Srbiji.)

Gnajs dolazi u Majdanpeku.

Tinjčev škriljavac. Majdanpek, kod Požarevca (rov sv. Varvare).

Kloritni škriljavci dolaze u Majdanpeku i kod Požarevca.

Kristalinični škriljavci pri podnožju Cera, između Kragujevca i Jagodine, na planini Juhor (zap. Paraćina), od Majdanpeka i Neresnice prema Dunavu, kod Tekije, zap. od Knjaževca (podnožje Stare Planine, sjeverno od Aleksinca, te zapremaju južnu Srbiju, tvoreći glavnu masu jednog dijela Javora, zatim Goliju, Kopaonik, Jastrebac, Pustu Reku, sve dolje prema Vranji.

Vapnenac je dosta raširen, a to je raširenje opisano u mineralnom dijelu. **Vapneni lapori** dolaze na Čuka Dulkanu.

Kamenje Macedonije.

Dosada je slabo opisana Macedonija u petrografskom pogledu. Ono malo, što je poznato, izneseno je uzgredno u drugim radovima.

Porfir i to je sijenitan konstatiran je kod Kratova.

Andezit kod Zletova.

Rijolitni pršinac kod Tabacke Reke.

Serpentin dolazi u Gerana dolini (Rozdau).

Kristalični škriljavci čini se da će biti dosta rašireni. Dosada su utvrđeni kod Pečeva i u Gerana dolini.

Dolomit dolazi također u Gerana dolini, a tu je konstatovan i filit.

Kamenje Crne Gore.

Ni Crna Gora nije petrografski ispitana, ali će glavnu masu krša tvoriti svakako vapnenac. Na jednom mjestu se izričito spominje kod Novog Pazara **granit.**

Geologija Srbije.

Arhajska je formacija raširena po svim dijelovima, osobito na sjeveroistoku. Tako u dunavskoj okuci kod Kliševca, nedaleko Gradišta, od Golubovca prema Kučevu, od Dobre prema Milanovcu, Rudnoj Glavi i Majdanpeku. Istočno od Knjaževca od Midžora preko Balte do Babina nosa. U jugoistočnoj Srbiji zaprema centralni dio Čiprovac Balkana, dio uz bugarsku granicu ist. od Pirota, zatim na staroj turskoj granici okrugâ Pirot-Vranja, osobito oko Kopaonika, pa na Malom Javoru i Vlasini planini. Dolazi i na podnožju Sava planine jugoistočno od Niša. Dolazi zatim sjev. od Niša na lijevoj obali Toponice, te od Aleksinca prema Paraćinu do Orahova. U sredini Šumadije dolazi kao otok, a na zapadu su tek neznatnija nalazišta.

Paleozojska formacija je prilično raširena, tako od Mišljenovca preko Kučajne i Ranovca do Mlave između rijeka Mlave i Peka. To je kamen[illegible]gljena formacija, a kod Kladorave izbijaju na pet mjesta ugljeni slojevi. Paleozojska formacija dolazi još oko gornjeg tijeka Zlotke između visova Malenika i Lika, a kamenja se nalazi sjeverno od Vranje, na Kopaoniku, pa i u okolici Vlasine. Kod manastira Manasije izbijaju u crvenim pješčenacima također ugljeni slojevi. Ti se pješčenjaci šire prema zapadu, pa u dolini Kutine, pa na Suvoj i osobito na Staroj planini. Dolaze i iznad Vranje, a znatno kod Postenja u Krupanjskom kraju.

Mezozojska perioda je najraširenija. **Trias** dolazi u pirotskom i niškom okrugu, pa kod Valjeva i Podrinja u zapadnoj Srbiji. **Jura** dolazi tek u izoliranim malim pojavama u istočnom dijelu. Tako uz Dunav kod Golubca, Dobre, Boljetina i Grebena, te jugoistočno od Zaječara kod Vruške-Čuke. **Kredna** se formacija dobro razvila i s obzirom na raširenost i s obzirom na svoje osebine. Na istoku čini široku i dugačku zonu od Dunava do uz bugarsku granicu. U toj zoni leže vapnena (krečna) brda požarevačkog, negotinskog, ćuprijskog, zaječarskog, aleksinačkog, knjaževačkog, niškog i pirotskog sreza. Ova zona svršava u užini Morave na jugu Srbije. Od krede je i predgorje Kopaonika, a u srednjoj Srbiji se pruža od Beograda preko Avale, Kovione i Kosmaja. Drugi masiv je u rudničkom i kragujevačkom okrugu, pa sve prema Moravi. Tu se razdvaja i jednim ogrankom pruža u valjevski i podrinjski, a drugim u čačački i užički srez. Od **tercijernih** naslaga **eocenske** su neznatne, fliš tvori dvije uske zone; jednu na sjeverozapadu, a drugu od Save prema jugu. Nešto se pojavljuje i u istočnoj Srbiji. Neogen je vrlo raširen, tako savska nizina u šabačkom, valjevačkom i beogradskom srezu, a on tvori i brežuljke Pocerja i duž Kolubare i Tamrave. Dolazi kod Brasine i Podrinja na Drini, a tvori i smederevačku nizinu odakle se pruža prema Kragujevcu. Druga je kotlina sa lignitom kod Kučajne i Cerovice, a ima lignita u neogenskim slojevima kod Bele Reke. Ograničena je neogenska kotlina u dolini Slatine, sjeverno od Zaječara. Od neogena su i brežuljci duž donje, pa ga ima i u dolini zapadne Morave.

Aluvij i diluvij pojavljuju se također i to poglavito u dolinama riječnim uz same rijeke.

Macedonija i Crna Gora u geološkom su pogledu slabo, gotovo nikako, istražene.

—:-:—

IMENIK.

Brojevi označuju stranu knjige.

Acetarium 190
Adular 98
Agalmatolit . . . 95
Ahat 73
Aktinolit 97
Akvamarin . . . 98
Alabastar 87
Alaun 88
Albit 99
Alem 45
Almandin 91
Alunit 88
Amazonac 98
Ametist 71
Amfibol 97
Amfibolni andezit . 153
— škriljavac . . 156
— gnajs 156
Amoniti 180
Amphycion . . . 190
Analcim 100
Andaluzit 90
Andezit amfibolni . 153
— augitni . . . 153
Anchtiterium . . . 188
Anhidrit 86
Anoplotherium . . 188
Anortit 99
Anthracotherium . 188
Antimon 50
Antimonit 63
Antimonov sjajnik . 63
— srebrni blistavac 66
Anatit 89
Apofilit 99
Aragonit 84
Archaeopteryx . . 185
Argentit 64
Arsen 50
Arsenova pakovina 62
Arsenov srebrni blistavac 66
Asfalt 163
Augit 96
Augitni andezit . . 153
Auripigment . . . 66
Avanturin 71
Azurit 86

Bakar 54
Bakrena galica . . 88
— pakovina . . 61
— rudača . . . 68
Bakreni sjajnik . . 64
Balas rubin . . . 71
Barit 86
Bazalt 153
Belemniti 180
Berili 97
Bijela galica . . . 87
Bijeli olovnjak . . 84
Biotit 93
Bizmut 51
Bizon 191
Bobovac 74
Boracit 88
Burača 88
Bornit 61
Bos bison 191
— primigenius . 191
Bournonit 65
Bronzit 96
Brusilovac . . . 158

Calamites 178
Carnallit 78
Celestin 86
Cementni bakar . . 54
Ceratiti 180
Cerussit 84
Cervus 190
— alces 191
— megaceras . . 191
— tarandus . . 192
Chabazit 100
Chalkopyrit . . . 61
Chromit 70
Chloantit 62
Cijanit 90
Citrin 71
Cirkon 73
Cordierit 97
Crni ugljen . . . 100
Crvena caklovica . 69
— željez. rudača 68
— bakr. rudača . 68
Crveni arsenov blistavac 66
Cuprit 68

Čađavac 71
Čilska salitra . . . 88

Dezmin 100

Diabaz 153
Diabazni porfirit . 153
Dihroit 97
Dijalag 97
Dijamant 45
Dijamantovac . . 68
Dinotherium . . . 190
Diopsid 96
Diorit 152
Disten 90
Dolomit 82
Dresva 72

Egeran 91
Eklogit 156
Eleolit 92
Epidot 91

Felis 191
Filit 156
Fluorit 78
Fonolit 152
Fosforit 89

Galenit 63
Galica 88
Gejzir 138
Glina 158
Glinenci 98
Glyptodon 193
Gnajs 155
Gnjeda željezna rudača 74
Goethit 74
Gorostasni jelen . . 191
Gospino staklo . . 87
Grafit 47
Grafitni gnajs . . 156
Gramatit 97
Granat 91
Granit 150
Granitit 150
Granulit 156
Graptoliti 178
Grašenjak 84
Gromača 157
Grosular 91
Harmotom . . . 100
Haematit 69
Hemimorfit . . . 91
Helladotherium . . 190
Hialit 76
Hidrofan 75
Hippotherium . . . 190
Hipparion 190
Hrizopras 72
Hrizotil 96
Hyacinth 73
Hyaena spelaea . . 191
Hypersten 96

Ichtyosarus . . . 184
Ilo 158
Ilovača 158
Indigolit 90
Itakolumit 156

Jacint 73
Jantar 101
Jaspis 72
Jetrena rudača . . 66

Kainit 88
Kalait 89
Kalamina 91
Kalamiti 178
Kalcedon 72
Kanelovac 91
Kaolin 100
Karbonados . . . 45
Karnalit 78
Karneol 72
Kasiterit 73
Kašolong 76
Kieserit 88
Klorit 94
Kloritni škriljavac . 156
Kobaltin 62
Koralna rudača . . 66
Koralni grebeni . . 145
Korund 68
Kositrena rudača . 73
Kreda 80
Kremen 71
Kremena zemlja . . 164
Kremeni porfir . . 150
— škriljavac . . 156
Kromenjak 157
Kresivac 72
Kriolit 78
Kromit 70
Kromova željezna rudača 70
Krovovac 158
Krš gorski 158
Kršnik 157
Kryolih 78

Labradorit . . . 99
Lajcit 92
Lapor 80, 160
Lazurit 92
Ledenjaci . . . 136
Leming 192
Lemnus norvegicus 192
Lepidodendron . . 177
Leteći gušter . . 184
Leucit 92
Limonit 74
Liparit 151
Lisnati telur . . . 64
Litavsko vapno . . 161
Litikov tinjac . . . 93
Litosfera 111
Ljubičak 71
Ljušturno vapno . . 161
Lončanik 95
Los 191
Löss 158

Machairodus . . . 190
Macino oko . . . 71
Magnetit 70
Magnetova pakovina 61
Magnezit 82
Malachit 85
Mamut 191
Manganit 74
Manganova rudača 74
Markazit 61
Masnik 94
Mastodon 190
Matura-dijamant . 46
Megatherium . . . 193
Melafir 153
Melanit 91
Menilit 76
Mesopithecus . . 190
Meteorno kamenje . 52
Milovka 94
Milovkin škriljavac 156
Mjesečar 98
Mlječnjak 71
Modra galica 88
Modruljica 89
Morene 128
Moroxit 89
Moškatni bik . . . 192
Mramor 80
Muskovit 93
Mylodon 193

Nafta 164
Nagyagit 64
Natrolit 100
Nefelin 92
Nikelin 62
Nosorožac 190

Obsidijan 152
Ociljevac 83
Oligoklas 99
Olivin 91
Olovica 63
Olovni sjajnik . . 63
Olovnjak bijeli . . 84
Olovnjak zeleni . . 82
Olovnjak žuti . . . 88
Onix 73
Opal 75
Orthoceras . . . 178
Ortoklas 98
Osinac 97
Ovibos moschatus . 192
Ozokerit 163

Palaeomerix . . . 190
Palaeotherium . . 188
Patina 54
Pegmatit 150
Periklin 99
Petrolej 164
Pijesak 159
Pirargirit 66
Pirit 60
Piroluzit 74
Pirop 92
Pirosiderit 74
Pisani telur . . . 64
Pistacit 91
Pieščenik 157
Plagioklas 99
Platina 59
Plazma 72
Pleonast 71
Plesiosaurus . . . 184
Pliopithecus . . . 190
Pločenac 158
Plovučac 152
Polybasit 65
Porculanača . . . 100
Porfir 151
Porfir kremeni . . 150
Porfirit 152
Porfirit diabazni . . 153
Prabrusilovac . . 156
Pravapno 157
Prapor 158
Prazem 71
Prehnit 100
Protogin 150
Protoginski gnajs . 156
Proustit 66
Prozirac 71
Pršinac 158
Pterodactylus . . 184
Pyrargyrit 66
Pyrolusit 74
Pyrrhosiderit . . . 74
Pyrrhotin 61
Pyromorphit . . . 89
Psilomelan . . . 74

Rda željezna . . . 74
Realgar 66
Ribji gušer . . . 184
Rijolit 151
Rhinoceros . . . 190
Rubin 68
Rubelit 90
Rudne vode . . . 117
Rumenica 65
Rutil 74
Ružičnjak 71

Sadra 87
Safir 68
Salitra 88
Salmijak 79
Sanidin 99
Sardonix 73
Sasolin 76
Serpentin 95
Serpentin 154
Sičan 50
Siderit 83
Siga 80
Sigilarija 177
Sijenit 151
Silvin 78
Sinjavac 64
Slankamen 76
Smalta 62
Smaltin 62
Smaragd 97
Smirak 68
Smithsonit 84
Smola zemna . . 163
Smolinac porfirni . 150
— trahitni . . . 152
Snijeg 126
Soda 85
Solfatara 138
Spinel 70
Srebrni sjajnik . . 64
Srebro 55
Stephanit 65
Stilbit 100
Stipsa 88
Stiva 95
Sumpor 48
Sumporna pakovina 60
Sylvanit 64

Šabazit 100
Šarena pakovina . 61
Škoril 90
Škriljavac amfibolni 156
— kloritni . . 156
— kremeni . . 156
— milovkin . . 156
— tinjčev . . . 156
Šljunak 159
Šparožnjak . . . 89
Špiljska hijena . 191

Špiljski lav . . . 191
— medvjed . . 191

Tegalj 158
Tetraedrit 64
Težac 86
Tinjac 93
Tinjčev škriljevac . 56
Tirkis 89
Topaz 90
Trahit 152
Trahit 152
Treset 163
Trilobiti 178
Tutijevac 84
Tutijin blistavac . 65
Tutijina galica . . 88
Turmalin 90

Ugljac 161
Ugljen crni . . . 161
— mrki 163
Ur 191
Uranov smolinac . 71
Ursus spelaeus . . 191

Vapnenac 79
Vezuvijan 91
Vivianit 89
Vosak zemni . . . 163
Vrelovac 84

Wad 74
Wolframit 89
Wulfenit 88
Wurtzit 65

Zelena galica . . . 87
Zeleni olovnjak . . 89
Zirkon 73
Zlato 56

Željezna pakovina . 60
Željezni cvijet . . 84
— ikrevac . . . 69
— sjajnik . . . 69
— tinjac 69
Željeznjak 71
Željezo 51
Živa 55
Žuti arsenov blista-
vac 66
— olovnjak . . 88